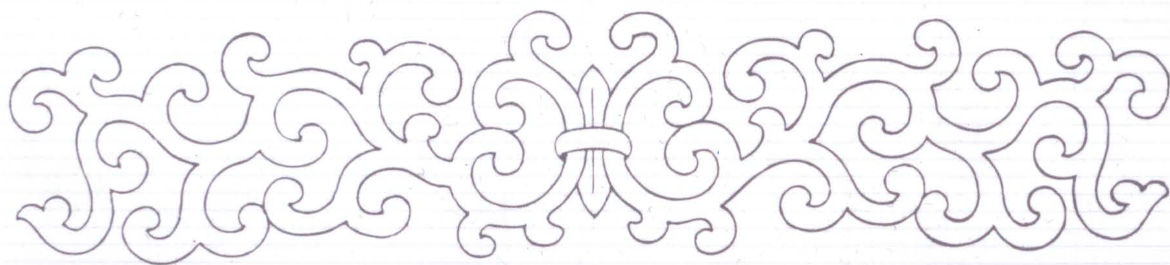
机械制图手册

第5版



叶玉驹　焦永和　张彤　主编

JIXIE ZHITU SHOUCE



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

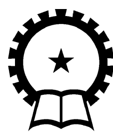
VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

机 械 制 图 手 册

第 5 版

叶玉驹　焦永和　张　彤　主　编



机 械 工 业 出 版 社

本书全面阐述了技术制图和机械制图最新的有关标准及其应用，综合了零件的标准要素、常用标准件和标准部件，以及极限与配合、几何公差和表面粗糙度等项主要基础标准，并介绍了 ISO 和国外几个主要工业国家的机械制图标准，可供阅读国外机械图样时参考。

本书内容以机械图为主，除正投影图外，对轴测图和各种简图也作了较全面的介绍。对厂房建筑图及有关标准作了简要叙述。此外还介绍了有关图样管理方面的知识。在作图方法上，包括理论画法、规定画法和简化画法。针对新的形势，本版还加入了 CAD 制图和 CAD 文件管理方面的内容。

本书是在 2008 年第 4 版的基础上进行修订的。修订中力求全部采用最新颁布的国家标准。

本书可供从事机械设计、制造和标准化工作的工程技术人员，绘、描图人员和工人学习使用；也可用作高、中等工科院校师生的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

机械制图手册/叶玉驹，焦永和，张彤主编．—5 版．—北京：机械工业出版社，2012.6（2013.8 重印）
ISBN 978 - 7 - 111 - 38180 - 8

Ⅰ.①机… Ⅱ.①叶…②焦…③张… Ⅲ.①机械制图 - 手册 Ⅳ.①TH126 - 64

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 080512 号

机械工业出版社 （北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
策划编辑：黄丽梅 责任编辑：黄丽梅
版式设计：刘怡丹 责任校对：吴美英 张莉娟
封面设计：赵颖喆 责任印制：刘 岚
北京京丰印刷厂印刷
2015 年 11 月第 5 版 • 第 4 次印刷
184mm × 260mm • 42.75 印张 • 1 插页 • 1062 千字
8 001—9 500 册
标准书号：ISBN 978 - 7 - 111 - 38180 - 8
定价：98.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
电话服务　　策划编辑：（010）88379770
社服务中心：（010）88361066　　网络服务
销售一部：（010）68326294　　门户网：http://www.cmpbook.com
销售二部：（010）88379649　　教材网：http://www.cmpedu.com
读者购书热线：（010）88379203　　**封面无防伪标均为盗版**

第 5 版前言

自本书第 4 版于 2007 年问世以来，其间经过了更新修订。5 年间又有不少新的国家标准和行业标准颁布实施。为了使得广大工程设计人员及时查阅到这些新标准，我们对本书又作了更新再版工作。

涉及本书的新标准，在本次修订工作中均作了相应的更新，以下按更新年代列出更新标准的国标序号及年代号，详细内容均在书中体现，其余不再赘述。

GB/T 4459.4—2003；GB/T 1972—2005；GB/T 1243—2006；GB/T 292—2007；

GB/T 1357—2008、GB/T 13575.1—2008、GB/T 13575.2—2008、GB/T 324—2008、GB/T 14692—2008、GB/T 6567.2—2008、GB/T 6567.3—2008、GB/T 6567.4—2008、GB/T 14689—2008、GB/T 10609.1—2008、GB/T 6403.5—2008、GB/T 1182—2008、GB/T 13576.1—2008、GB/T 13576.2—2008、GB/T 3478.1—2008、GB/T 3478.2—2008、GB/T 882—2008、GB/T 6403.4—2008、GB/T 1298—2008、GB/T 1591—2008、GB/T 3190—2008、GB/T 67—2008、GB/T 70.1—2008、GB/T 7813—2008、GB/T 5574—2008、GB/T 539—2008、GB/T 7134—2008；

GB/T 3505—2009、GB/T 1348—2009、GB/T 11352—2009、GB/T 1800.1—2009、GB/T 1800.2—2009、GB/T 1801—2009、GB/T 16671—2009、GB/T 1358—2009、GB/T 23935—2009、GB/T 786.1—2009、GB/T 10609.2—2009；

GB/T 50001—2010、GB/T 50104—2010、GB/T 50103—2010、GB/T 9439—2010、GB/T 9440—2010。

近些年来，国际标准也有相应的更新，在此同样列出标准序号及年代号，其余不再赘述。

ISO 128-20—1996、ISO 5457—1999、ISO 129-1—2004；

ANSI Y14.7.2—1978、ANSI Y14.6—2001、ANSI Y14.1—2005、ANSI Y14.2M—2008、ANSI Y14.3—2008、ANSI Y14.5—2009；

JIS B0002-3—1998、JIS B0002-1—1998、JIS B0002-2—1998、JIS B0001—2000。

本书修订时力求全部采用最新标准，如有疏漏或不当之处，恳请读者给予批评指正。

本次修订工作由焦永和教授和张彤副教授主持，参加本次修订的有焦永和、张彤、张京英、樊红丽、罗军、罗会甫、李莉、张辉、陈军。

编　者

第 4 版前言

自本书第 3 版于 2002 年问世以来，又有不少新的国家标准和行业标准颁布实施。为了使广大工程设计人员便于查阅到这些新标准，我们对本书又作了一次新的修订工作。

涉及本书的如下新标准，在本次修订工作中均作了相应的更新，共 29 个标准。

1）机械制图　图样画法　图线　GB/T 4457.4—2002
2）机械制图　图样画法　视图　GB/T 4458.1—2002
3）机械制图　装配图中零、部件序号及其编排方法　GB/T 4458.2—2003
4）机械制图　尺寸公差与配合注法　GB/T 4458.5—2003
5）机械制图　图样画法　剖视图和断面图　GB/T 4458.6—2002
6）机械制图　尺寸注法　GB/T 4458.4—2003
7）中心孔　GB/T 145—2001
8）产品几何技术规范　表面结构　轮廓法　表面结构的术语、定义及参数　GB/T 3505—2000
9）产品几何技术规范　技术产品文件中表面结构的表示法　GB/T 131—2006
10）普通螺纹　直径与螺距系统　GB/T 193—2003，GB/T 196—2003
11）梯形螺纹　GB/T 5796.1—2005
12）55°非密封管螺纹　GB/T 7307—2001
13）小垫圈　A 级　GB/T 848—2002
14）平垫圈　A 级　GB/T 97.1—2002
15）平垫圈　倒角型　A 级　GB/T 97.2—2002
16）普通型平键　GB/T 1096—2003
17）薄型　平键　GB/T 1567—2003
18）普通型　半圆键　GB/T 1099.1—2003
19）普通型　楔键　GB/T 1564—2003
20）钩头型　楔键　GB/T 1565—2003
21）薄型平键　键槽的剖面尺寸　GB/T 1566—2003
22）平键　键槽的剖面尺寸　GB/T 1095—2003
23）半圆键　键槽的剖面尺寸　GB/T 1098—2003
24）楔键　键槽的剖面尺寸　GB/T 1563—2003
25）优先数和优先数系　GB/T 321—2005
26）矩型花键尺寸、公差和检验　GB/T 1144—2001
27）机械制图　弹簧表示法　GB/T 4459.4—2003
28）弹簧术语　GB/T 1805—2001
29）管路系统的图形符号管路、管件和阀门等图形符号的轴测图画法　GB/T 6567.5—2003

此外，为了适应形势的发展，本书还新增加了两章内容，分别是第 24 章 CAD 制图和第 25 章 CAD 文件管理，介绍与 CAD 有关的标准。希望对读者有所帮助。

本书修订时力求全部采用最新标准，如有疏漏或不当之处，恳请读者给予批评指正。

本次修订工作由焦永和教授和张彤副教授主持，参加本次修订的有焦永和、张彤、张京英、樊红丽、罗军、罗会甫、李莉、陈梅、冯欣欣、陈军。

编　者

第 3 版前言

随着我国加入世贸组织（WTO）的步伐，近年来我国的国家标准和专业标准的修（制）订工作节奏也明显加快。自本书第 2 版问世（1996 年）以来，短短几年间，又有相当多的新国家标准和专业标准颁布实施。为了适应这一发展形势，使广大设计制图人员便于查阅到这些新标准，我们对本书又作了一次新的修订工作。

涉及本书的如下新标准，在这次修订工作中均作了相应的更新。

1）图线　GB/T 17450—1998

2）剖面区域的表示法　GB/T 17453—1998

3）视图　GB/T 17451—1998

4）剖视图和断面图　GB/T 17452—1998

5）简化表示法：

　图样画法　GB/T 16675. 1—1996

　尺寸注法　GB/T 16675. 2—1996

6）花键表示法　GB/T 4459. 3—2000

7）滚动轴承表示法　GB/T 4459. 7—1998

8）极限与配合　GB/T 1800. 1 ~ 1800. 3—1998，GB/T 1800. 4，1801—1999

9）螺纹及螺纹紧固件标准　GB/T 3—1997，GB/T 5780—2000 等共 11 个标准

10）花键和销的标准　GB/T 3478. 1—1995，GB/T 117—2000 等共 6 个标准

11）产品图样及设计文件　JB/T 5054. 1 ~ 5054. 6—2000

12）材料的标准　GB/T 699—1999 等共 12 个标准。

本书修订时力求全部采用最新标准，如有疏漏或不当之处，请读者给予批评指正。

进行本次修订工作的是叶玉驹教授。

编　者

第 2 版前言

本书第 1 版自 1990 年出版至今已有数年，在此期间我国的经济建设和改革开放事业又有了飞速发展，国家标准也随之有较大的变动。国家标准是设计制图工作中必须遵守的重要文件，推行新标准也是设计人员义不容辞的职责。本书作为设计制图工作的一本工具书，标准是其主要内容之一，为了适应标准变动这一发展形势，使广大设计制图人员便于查阅这些新标准（包括国家标准和有关的部标准），我们特对本书进行了修订。

在这次修订工作中，涉及标准的更新而进行修订的内容包括：图纸的幅面及格式，比例，字体，锥度标注，形位公差，轴测投影图，焊缝的表示法及标注，液压及气动图形符号，房屋建筑图，表面粗糙度，螺纹紧固件简化画法，弹簧，各种传动轮，滚动轴承，轴承座，材料，产品图样的基本要求，产品图样及设计文件的术语、格式、编号原则及更改办法等等。此外，标题栏和明细栏在本书中也引入了新制订的国家标准。国外标准有变动的，本书也作了修订。本书在修订时还对一些内容略有增删。

近年来正处于国家标准的变动时期，本书在修订时力求全部采用最新标准，如有疏漏或不当之处，请读者给予批评指正。

参加本书修订工作的有：梁德本、叶玉驹、陆瑞新、张洪镳。

编　者

第 1 版编者的话

在产品设计或仿制过程中，制图工作占有很大比重。为了便于查找有关制图的资料和数据，以期达到提高设计制图工作效率的目的，我们编写了这本《机械制图手册》。

本手册主要包括机械制图的各项标准；零件的标准要素、常用标准件和标准部件及其标准数据；作图方法和步骤以及图样管理等内容。

在图的类型上，本手册涉及到机械图和厂房建筑图；零件图和装配图；正投影图、轴测图以及各种简图。在作图方法上，包括理论画法、规定画法和简化画法。

为使本书有较大的适应性，在内容上尽量使其较为全面、详尽。例如：第十四章介绍了 17 种弧线连接的几何作图方法；第十五章介绍了曲线曲面中一系列图解作图问题，其中一些内容在我国现有的工程制图书籍中很少阐述，而在工程实践中又是常会遇到的；第十六章既介绍了表面交线的多种理论作图法，也推荐了一系列简化作图法；第十八章介绍了倾斜零件及零件上倾斜结构的作图，这些作图法是一般工程技术人员在设计制图工作中感到困难的；第十九章既介绍了标准轴测图的作图，也介绍了建立非标准轴测系的方法等等。

根据手册是工具书，要便于查阅这一要求，本书在理论阐述上一般均从略或从简；文字叙述上尽量简明扼要，使之条文化或表格化；重要项目均编入目录。

本书适用于工程技术人员、高等院校和中等专业学校的教师和学生。对绘图员和描图员也有较大的参考价值。

参加本手册编写的有：张洪鑢（第一、十九章）、窦墨林（第二章）、高重兰（第三章）、齐信民（第四章）、王睿（第五、七章）、范文斌（第六章）、张炳华、董国跃（第八章）、邹宜侯（第九章）、陆瑞新（第十章、附录）、陈培泽（第十一章）、阎守礼（第十二章）、严宗美（第十三章）、魏宗仁（第十四章）、周克绳（第十五章）、丁泉初（第十六章）、陈笑琴（第十七章）、高政一（第十八章）、施寅（第二十章）、刘述忠（第二十一章）、蒋知民（第二十二章）、舒发青（第二十三章）。主编：梁德本、叶玉驹，副主编：陆瑞新、张洪鑢。

限于编者的水平，书中可能存在一些缺点和错误，欢迎读者给予批评指正。

编　者

目　　录

第 5 版前言

第 4 版前言

第 3 版前言

第 2 版前言

第 1 版编者的话

第 1 章　技术制图与机械制图国家标准基本规定 ……… 1

1.1　图纸幅面和格式 ……… 1

1.1.1　图纸幅面尺寸 ……… 1

1.1.2　图框格式及标题栏位置 ……… 2

1.1.3　图幅分区 ……… 3

1.1.4　米制参考分度 ……… 4

1.1.5　剪切符号 ……… 4

1.2　比例 ……… 5

1.3　字体 ……… 6

1.3.1　汉字 ……… 6

1.3.2　数字 ……… 8

1.3.3　拉丁字母 ……… 8

1.3.4　希腊字母 ……… 11

1.4　图线 ……… 11

1.4.1　线型 ……… 11

1.4.2　图线的尺寸 ……… 12

1.4.3　图线的画法 ……… 13

1.5　剖面符号 ……… 13

1.5.1　规定的剖面符号 ……… 13

1.5.2　剖面符号的画法 ……… 14

附录　常用绘图工具的使用 ……… 15

第 2 章　图样画法 ……… 20

2.1　视图 ……… 20

2.1.1　基本视图 ……… 20

2.1.2　向视图 ……… 20

2.1.3　局部视图 ……… 20

2.1.4　斜视图 ……… 21

2.2　剖视图 ……… 23

2.2.1　剖切面 ……… 23

2.2.2　全剖视图 ……… 27

2.2.3　半剖视图 ……… 27

2.2.4　局部剖视图 ……… 27

2.2.5　剖视图的配置及标注 ……… 28

2.3　断面图 ……… 30

2.3.1　移出断面图 ……… 30

2.3.2　重合断面图 ……… 31

2.3.3　断面图的标注 ……… 32

2.4　规定画法和简化画法 ……… 33

2.4.1　剖视图和断面图中的规定画法 ……… 33

2.4.2　局部放大图 ……… 33

2.4.3　重复性结构的画法 ……… 35

2.4.4　按圆周分布的孔的画法 ……… 35

2.4.5　网状物及滚花表面的画法 ……… 35

2.4.6　断裂的画法 ……… 36

2.4.7　一些细部结构的画法 ……… 37

2.4.8　假想画法 ……… 39

2.5　装配图中的一些画法 ……… 39

2.5.1　装配图中视图和剖视图的几种特定画法 ……… 39

2.5.2　装配图中的简化画法 ……… 41

2.5.3　装配图中的规定画法 ……… 41

2.6　第三角投影法简介 ……… 43

第 3 章　尺寸注法 ……… 46

3.1　尺寸标注的基本规定 ……… 46

3.1.1　尺寸线、尺寸界线 ……… 46

3.1.2　尺寸数字 ……… 47

3.1.3　直径及半径尺寸的注法 ……… 48

3.1.4　弦长及弧长尺寸的注法 ……… 48

3.1.5　球面尺寸的注法 ……… 48

3.1.6　正方形结构尺寸的注法 ……… 49

3.1.7　角度尺寸的注法 ……… 50

3.1.8　斜度及锥度的注法 ……… 50

3.1.9　厚度尺寸的注法 ……… 50

3.1.10　小部位尺寸的注法 ……… 50

3.1.11　参考尺寸的注法 ……… 50

3.1.12　对称结构尺寸的注法 ……… 51

3.1.13 曲线轮廓尺寸的注法 …… 51
3.1.14 断续的同一表面尺寸的注法 …… 51
3.1.15 同一基准的尺寸注法 …… 51
3.1.16 成组要素的尺寸注法 …… 53
3.1.17 大小不同之同类要素的尺寸注法 …… 53
3.1.18 形状相同而大小不同之零件的尺寸注法 …… 54
3.1.19 结合件的尺寸注法 …… 55
3.1.20 装配时进行加工之结构要素的尺寸注法 …… 55
3.2 常见零件结构要素的尺寸注法 …… 55
3.2.1 圆角及倒角尺寸的注法 …… 55
3.2.2 退刀槽及砂轮越程槽尺寸的注法 …… 56
3.2.3 V形槽尺寸的注法 …… 58
3.2.4 T形槽尺寸的注法 …… 58
3.2.5 燕尾槽及燕尾导轨尺寸的注法 …… 58
3.2.6 方槽、半圆槽尺寸的注法 …… 59
3.2.7 各种孔的尺寸注法 …… 60
3.2.8 凸耳尺寸的注法 …… 61
3.2.9 锥面、斜面尺寸的注法 …… 61
3.2.10 销孔尺寸的注法 …… 61
3.2.11 长圆形孔尺寸的注法 …… 61
3.2.12 同一轴线上结构要素定位尺寸的注法 …… 61
3.2.13 共面的不同要素的尺寸注法 …… 61
3.3 合理标注零件尺寸的要点 …… 64
第4章 零件图及常见零件结构 …… 71
4.1 零件表达的要点 …… 71
4.2 几种典型零件的表达举例 …… 71
4.3 常见零件的合理结构 …… 75
第5章 表面结构 …… 82
5.1 术语介绍 …… 82
5.2 表面结构的符号 …… 83
5.3 表面结构符号、代号的标注 …… 84
5.4 新国标表面结构高度参数 *Ra*、*Rz* 的数值与旧国标表面光洁度等级的对照 …… 88
5.5 确定表面结构高度参数 *Ra* 的参考因素 …… 88
第6章 极限与配合 …… 94
6.1 术语介绍 …… 94
6.2 公差与配合在图样中的标注 …… 96
6.2.1 尺寸公差在零件图中的注法 …… 96
6.2.2 配合关系在装配图中的注法 …… 97
6.3 基准制、公差及配合的选择 …… 98
6.3.1 基准制的选择 …… 98
6.3.2 公差等级的选择 …… 99
6.3.3 配合的选择 …… 99
6.3.4 混合配合的选择及应用 …… 102
附表 …… 103
附表6-1 标准公差数值 …… 103
附表6-2 轴的基本偏差数值 …… 104
附表6-3 孔的基本偏差数值 …… 106
附表6-4 基孔制优先、常用配合 …… 108
附表6-5 基轴制优先、常用配合 …… 109
附表6-6 公差与配合的新旧国家标准对照简表 …… 110
第7章 几何公差 …… 111
7.1 有关术语简介 …… 111
7.2 几何公差的符号 …… 112
7.3 几何公差符号的标注 …… 116
7.3.1 被测要素的标注 …… 116
7.3.2 基准的标注 …… 117
7.3.3 公差数值及有关符号标注 …… 119
7.3.4 几何公差的标注示例 …… 121
7.4 几何公差等级的选用 …… 134
7.4.1 几何公差等级的选用原则 …… 134
7.4.2 几何公差等级与加工方法的关系 …… 134
7.4.3 几何公差等级的选用举例 …… 137
7.5 图样上未注之几何公差值及其表示法 …… 139
附表 …… 140
附表7-1 直线度、平面度的公差值 …… 140
附表7-2 圆度、圆柱度的公差值 …… 141
附表7-3 平行度、垂直度、倾斜度的公差值 …… 142
附表7-4 同轴度、对称度、圆跳动和

全跳动的公差值 ………………… 143
第 8 章　装配图及常见装配结构 ……… 145
8.1　装配图的表示方法 ……………………… 145
8.2　装配图上的尺寸 ………………………… 145
8.3　装配图上零、部件序号及其编排方法 ……………………………………… 145
8.3.1　编排零、部件序号的一般规定 ………………………………… 145
8.3.2　零、部件序号的编排方法 ……… 147
8.4　装配工艺结构 …………………………… 148
8.4.1　接触面及配合面 ………………… 148
8.4.2　螺纹联接 ………………………… 149
8.4.3　销联接 …………………………… 149
8.4.4　装拆空间 ………………………… 149
8.5　密封结构 ………………………………… 151
8.5.1　静密封 …………………………… 151
8.5.2　接触式动密封 …………………… 152
8.5.3　非接触式动密封 ………………… 153
8.6　润滑结构 ………………………………… 154
8.7　螺纹联接的防松结构 …………………… 155
8.7.1　螺纹联接的摩擦防松结构 ……… 155
8.7.2　螺纹联接的机械防松结构 ……… 155
8.8　锁紧结构 ………………………………… 157
8.9　定位和限位结构 ………………………… 158
8.9.1　刚性定位结构 …………………… 158
8.9.2　弹性定位结构 …………………… 158
8.9.3　垫圈限动结构 …………………… 158
8.9.4　限位槽结构 ……………………… 160
8.10　轴上零件的连接和固定 ……………… 160
第 9 章　螺纹及螺纹紧固件 ……………… 163
9.1　螺纹的规定画法 ………………………… 163
9.2　螺纹的规定标注 ………………………… 166
9.2.1　标准螺纹的规定标记及其标注 ………………………………… 167
9.2.2　非标准螺纹的规定标注 ………… 171
9.2.3　螺纹长度的规定标注 …………… 172
9.3　螺纹紧固件及其联接的比例画法 ……………………………………… 172
9.3.1　六角头螺栓及其联接的比例画法 ………………………………… 173
9.3.2　双头螺柱及其联接的比例画法 ………………………………… 173
9.3.3　常用金属螺钉及其联接的比例画法 ………………………………… 173
9.3.4　常用木螺钉及其联接的比例画法 ………………………………… 174
9.4　螺纹紧固件联接的简化画法 ………… 176
9.5　常用螺纹紧固件的简化规定标记 ……………………………………… 179
附表 ………………………………………… 180
附表 9-1　普通螺纹 ………………………… 180
附表 9-2　梯形螺纹 ………………………… 181
附表 9-3　锯齿形（3°、30°）螺纹 …… 182
附表 9-4　55°非密封管螺纹 …………… 183
附表 9-5　螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角 ………………………………… 184
附表 9-6　六角头螺栓 ……………………… 185
附表 9-7　双头螺柱 ………………………… 186
附表 9-8　开槽圆柱头螺钉 ………………… 187
附表 9-9　开槽盘头螺钉 …………………… 188
附表 9-10　开槽沉头螺钉 ………………… 189
附表 9-11　开槽半沉头螺钉 ……………… 190
附表 9-12　内六角圆柱头螺钉 …………… 191
附表 9-13　开槽紧定螺钉 ………………… 192
附表 9-14　六角螺母 ……………………… 193
附表 9-15　六角开槽螺母 ………………… 193
附表 9-16　垫圈 …………………………… 194
附表 9-17　弹簧垫圈 ……………………… 195
第 10 章　键、花键、销、挡圈、弹簧 ……………………………… 196
10.1　键 ……………………………………… 196
10.1.1　平键 …………………………… 196
10.1.1.1　普通平键 …………………… 196
10.1.1.2　薄型平键 …………………… 196
10.1.1.3　导向平键 …………………… 198
10.1.2　半圆键 ………………………… 199
10.1.3　楔键 …………………………… 200
10.1.4　键和键槽的断面尺寸及公差 ………………………………… 203
10.1.4.1　普通平键、导向平键、薄型平键的断面尺寸及公差 ……… 203
10.1.4.2　半圆键的断面尺寸及公差 ……………………………… 205
10.1.4.3　楔键的断面尺寸及公差 ……… 205
10.1.5　键的技术条件 ………………… 207
10.2　花键 …………………………………… 208

10.2.1 矩形花键的画法及其标注……… 208
10.2.1.1 矩形外花键的画法…………… 208
10.2.1.2 矩形内花键的画法…………… 208
10.2.1.3 矩形花键的标注……………… 209
10.2.1.4 矩形花键联结的画法及标注…………………………… 209
10.2.2 矩形花键的尺寸和公差………… 210
10.2.2.1 矩形花键的公称尺寸………… 210
10.2.2.2 矩形花键键槽的断面尺寸…………………………… 211
10.2.2.3 矩形花键的公差和配合……… 211
10.2.2.4 矩形花键的几何公差………… 212
10.2.2.5 矩形花键表面粗糙度的标注…………………………… 212
10.2.3 渐开线花键的画法及其标注…………………………… 213
10.2.3.1 渐开线花键的画法…………… 213
10.2.3.2 渐开线花键的标注…………… 213
10.3 销………………………………… 214
10.3.1 圆柱销…………………………… 216
10.3.2 内螺纹圆柱销…………………… 216
10.3.3 圆锥销…………………………… 217
10.3.4 内螺纹圆锥销…………………… 218
10.3.5 销轴……………………………… 219
10.3.6 开口销…………………………… 220
10.4 挡圈……………………………… 220
10.4.1 轴肩挡圈………………………… 220
10.4.2 锥销锁紧挡圈…………………… 221
10.4.3 螺钉锁紧挡圈…………………… 222
10.4.4 螺钉紧固轴端挡圈……………… 223
10.4.5 弹性挡圈………………………… 224
10.4.6 钢丝挡圈………………………… 227
10.4.7 开口挡圈………………………… 229
10.4.8 夹紧挡圈………………………… 230
10.5 弹簧……………………………… 230
10.5.1 螺旋弹簧………………………… 230
10.5.1.1 螺旋压缩弹簧………………… 230
10.5.1.2 螺旋拉伸弹簧………………… 234
10.5.1.3 螺旋扭转弹簧………………… 237
10.5.1.4 截锥涡卷弹簧………………… 239
10.5.2 碟形弹簧………………………… 239
10.5.3 平面涡卷弹簧…………………… 247
10.5.4 板弹簧、片弹簧………………… 247
10.5.5 装配图中弹簧的画法…………… 247
10.5.6 弹簧的术语及代号……………… 249
第 11 章 传动轮 ……………………………… 251
11.1 圆柱齿轮………………………………… 251
11.1.1 渐开线圆柱齿轮模数系列……… 251
11.1.2 渐开线圆柱齿轮的参数及计算公式………………………… 251
11.1.3 圆柱齿轮的画法………………… 251
11.2 锥齿轮…………………………………… 254
11.2.1 锥齿轮模数……………………… 254
11.2.2 渐开线锥齿轮的参数及计算公式………………………… 254
11.2.3 锥齿轮的画法…………………… 255
11.3 圆柱蜗杆、蜗轮………………………… 255
11.3.1 蜗杆、蜗轮的模数及蜗杆直径……………………………… 255
11.3.2 蜗杆、蜗轮的基本几何尺寸关系……………………………… 258
11.3.3 蜗杆、蜗轮的画法……………… 258
11.4 V 带轮…………………………………… 259
11.5 链轮……………………………………… 262
11.6 齿轮的轮体结构………………………… 264
11.7 传动轮的工作图内容…………………… 267
第 12 章 轴承 ……………………………… 273
12.1 滚动轴承………………………………… 273
12.1.1 滚动轴承的代号………………… 273
12.1.2 滚动轴承代号新旧标准对照……………………………… 282
12.1.3 常用滚动轴承的类型、特点及适用条件………………………… 285
12.1.4 滚动轴承的简化画法和规定画法………………………… 288
12.1.5 常用滚动轴承的外形尺寸……………………………… 291
12.1.6 滚动轴承座……………………… 305
12.1.7 滚动轴承的轴向固定…………… 307
12.2 滑动轴承………………………………… 309
12.2.1 滑动轴承座的类型及特点……………………………… 309
12.2.2 滑动轴承座的结构尺寸………… 310
12.3 油杯……………………………………… 314
第 13 章 焊缝的标注 ……………………… 316

13.1　焊缝符号……………………………… 316
13.2　标注焊缝符号的指引线……………… 319
13.3　焊缝符号标注方法示例……………… 322
13.4　焊缝尺寸符号及其标注……………… 328
13.5　焊接方法代号及其标注……………… 329
13.6　焊缝的简化标注……………………… 331
13.7　焊接结构图图例……………………… 335
第 14 章　几何作图………………………… 339
14.1　几何图形的作图……………………… 339
14.1.1　直线段的等分…………………… 339
14.1.2　作直线的垂线…………………… 339
14.1.2.1　作线段的垂直平分线………… 339
14.1.2.2　自直线内一点作垂线………… 339
14.1.2.3　自直线外一点作垂线………… 340
14.1.3　作直线的平行线………………… 340
14.1.3.1　按已知距离作平行线………… 340
14.1.3.2　由线外一点作平行线………… 341
14.1.4　圆及圆弧的作图………………… 341
14.1.4.1　过不在同一直线上的三已知点作圆……………………… 341
14.1.4.2　作已知圆弧的圆心…………… 341
14.1.4.3　作圆周展开长度（近似作图）………………………… 342
14.1.4.4　按已知圆周的展开长度作其半径（近似作图）………… 342
14.1.4.5　作已知圆弧的展开长度（近似作图）………………… 342
14.1.4.6　已知圆弧的展开长度及半径，作圆弧（近似作图）……… 342
14.1.4.7　圆弧的等分…………………… 343
14.1.5　角的作图………………………… 343
14.1.5.1　角的二等分…………………… 343
14.1.5.2　作 30°及 60°角……………… 344
14.1.5.3　作 15°、45°及 75°角………… 344
14.1.6　正多边形的作图………………… 344
14.1.6.1　作正三角形…………………… 344
14.1.6.2　作正四边形…………………… 345
14.1.6.3　作正五边形（近似作图）………………………… 345
14.1.6.4　作正六边形…………………… 346
14.1.6.5　作正七边形（近似作图）………………………… 346
14.1.6.6　作正八边形…………………… 346
14.1.6.7　作正九边形（近似作图）………………………… 347
14.1.7　斜度及锥度的作图……………… 347
14.1.7.1　作斜度………………………… 347
14.1.7.2　作锥度………………………… 348
14.1.8　直线与圆弧连接的作图………… 348
14.1.8.1　过圆上一点作圆的切线…………………………… 348
14.1.8.2　过圆外一点作圆的切线…………………………… 348
14.1.8.3　作两圆的公切线……………… 349
14.1.8.4　作圆弧与两相交直线相切…………………………… 349
14.1.9　圆弧与圆弧的连接……………… 350
14.1.9.1　作圆弧与两已知圆内切…………………………… 350
14.1.9.2　作圆弧与两已知圆外切…………………………… 350
14.1.9.3　作圆弧与一已知圆外切，与另一已知圆内切…………… 350
14.1.9.4　作圆与三同径已知圆相切…………………………… 351
14.1.9.5　作圆与三异径已知圆外切…………………………… 351
14.1.9.6　作圆与三异径已知圆内切…………………………… 351
14.1.10　圆弧连接的综合作图………… 351
14.1.10.1　过圆外一点作弧与已知圆相切于定点…………………… 351
14.1.10.2　过圆外两点作弧与已知圆相切……………………… 352
14.1.10.3　作圆弧与已知直线及已知圆相切……………………… 353
14.1.10.4　过两已知点作圆与已知直线相切……………………… 353
14.1.10.5　过点作圆与两相交直线相切……………………… 353
14.1.10.6　过点作圆与已知直线及圆相切……………………… 354
14.1.10.7　作圆与已知圆及两相交直线相切……………………… 354
14.2　几何曲线的作图……………………… 354
14.2.1　椭圆……………………………… 354

14.2.1.1　已知长、短轴，作椭圆……… 354
14.2.1.2　已知共轭轴，作椭圆………… 356
14.2.1.3　确定椭圆长、短轴的方向和大小………………………… 356
14.2.1.4　作椭圆曲线上的切线及法线…………………………… 357
14.2.1.5　作椭圆的展开长度（近似作图）………………………… 358
14.2.2　抛物线…………………………… 358
14.2.2.1　已知准线及焦点作抛物线………………………… 358
14.2.2.2　已知对称轴、顶点及曲线上一点，作抛物线……………… 358
14.2.2.3　已知与抛物线相切的两线段，作抛物线……………………… 359
14.2.2.4　作抛物线的切线……………… 359
14.2.3　双曲线…………………………… 360
14.2.3.1　已知双曲线的实半轴 a 及虚半轴 b，作双曲线 ……………… 360
14.2.3.2　已知双曲线上的一点及渐近线，作双曲线………………… 361
14.2.3.3　作双曲线的切线……………… 361
14.2.4　渐伸线（渐开线）　…………… 362
14.2.4.1　作圆的渐伸线………………… 362
14.2.4.2　作多边形的渐伸线…………… 362
14.2.4.3　作渐伸线的切线……………… 362
14.2.5　摆线……………………………… 363
14.2.5.1　作平摆线……………………… 363
14.2.5.2　作外摆线……………………… 363
14.2.5.3　作内摆线……………………… 363
14.2.5.4　作摆线的切线………………… 364
14.2.6　阿基米德涡线………………… 365
第 15 章　空间曲线与曲面 ……………… 366
15.1　空间曲线概述………………………… 366
15.1.1　空间曲线的表达………………… 366
15.1.2　空间曲线的有关名词…………… 367
15.1.3　空间曲线动标三面形的作图方法……………………………… 368
15.1.4　空间曲线的右旋与左旋………… 368
15.1.5　空间曲线的弧长………………… 369
15.1.6　空间曲线的曲率、挠率和曲率半径……………………………… 369
15.2　等导程圆柱螺旋线…………………… 371
15.2.1　圆柱螺旋线的参数……………… 371
15.2.2　圆柱螺旋线的参数方程………… 371
15.2.3　圆柱螺旋线的投影作图………… 371
15.2.4　圆柱螺旋线的十个几何性质……………………………… 372
15.2.5　圆柱螺旋线上任一点的切线、法面、密切平面、曲率半径、挠率半径的作图法…………………… 373
15.3　变导程圆柱螺旋线…………………… 373
15.3.1　变导程圆柱螺旋线的参数……………………………… 373
15.3.2　变导程圆柱螺旋线的参数方程（一匝）　………………… 374
15.3.3　变导程圆柱螺旋线的投影作图……………………………… 374
15.4　圆锥螺旋线…………………………… 374
15.4.1　等导程（或等螺距）圆锥螺旋线……………………………… 375
15.4.2　等斜角圆锥螺旋线……………… 375
15.4.3　圆弧形圆锥螺旋线……………… 376
15.5　球面螺旋线…………………………… 378
15.6　弧面螺旋线…………………………… 378
15.7　空间三次抛物线段…………………… 379
15.7.1　空间三次抛物线段的参数方程……………………………… 379
15.7.2　确定空间三次抛物线段的几何方法………………………… 379
15.7.3　确定空间三次抛物线段上一点的作图方法……………………… 380
15.7.4　空间三次抛物线段的组合……………………………… 380
15.8　曲面概述……………………………… 381
15.8.1　曲面的形成……………………… 381
15.8.2　曲面的解析表达………………… 381
15.8.3　曲面的有关名词及公式………… 382
15.8.4　曲面上点的分类………………… 383
15.9　曲面的分类…………………………… 384
15.9.1　曲面按其母线性质的分类……………………………… 384
15.9.2　曲面按其母线运动方式的分类……………………………… 384
15.9.3　曲面按其解析表达式分类……………………………… 384

15.10　二次曲面的表达式 …………………… 385
15.11　可展曲面（单曲面） ……………… 386
15.12　不可展直纹曲面（扭曲面） ……… 387
15.13　定母线曲纹面 ……………………… 390
15.14　变母线曲纹面 ……………………… 391
15.15　圆柱螺旋面 ………………………… 392
15.15.1　直纹螺旋面（等导程） ……… 392
15.15.2　曲纹螺旋面 …………………… 394
15.16　用母面形成曲面 …………………… 395
15.17　用几何变换形成曲面（在曲面设计中的应用） …………………… 396
15.18　曲面中的作图问题 ………………… 400
15.18.1　在直纹曲面中，由给定的导线作其素线 ……………………… 400
15.18.2　作曲面的切平面与法线 ……… 401
15.18.3　作曲面的轮廓线 ……………… 402
15.19　曲面零件的图示举例 ……………… 403
15.19.1　采用近似画法表示曲面 ……… 403
15.19.2　用尺寸标注以确定曲面轮廓 ……………………………… 403
15.19.3　利用曲面的展开图作为辅助图形 ……………………………… 403
15.19.4　用一系列法向截面表示曲面轮廓的变化 …………………… 403
15.19.5　把曲面置于直角坐标系中，用数组截面线表示曲面 ……… 403
15.19.6　把曲面置于圆柱坐标系中，配合圆柱形剖面的展开图表示曲面 ……………………………… 406
15.19.7　组合曲面的表示 ……………… 408
第16章　交线、过渡线 …………………… 411
16.1　常见曲面交线的投影性质…………… 411
16.1.1　截交线…………………………… 411
16.1.1.1　圆柱面的截交线……………… 411
16.1.1.2　圆锥面的截交线……………… 411
16.1.1.3　球面的截交线………………… 412
16.1.1.4　回转曲面的截交线…………… 412
16.1.2　回转曲面的相贯线……………… 415
16.2　交线投影作图的基本方法…………… 418
16.2.1　辅助平面法……………………… 418
16.2.1.1　用辅助平面法作截交线……………………………… 418
16.2.1.2　用辅助平面法作相贯线……………………………… 419
16.2.2　辅助球面法……………………… 419
16.2.2.1　辅助球面法的应用条件……………………………… 419
16.2.2.2　辅助球面法的作图步骤……………………………… 420
16.2.2.3　应用辅助球面法的几个图例……………………………… 421
16.3　交线的其他作图方法……………… 422
16.3.1　换面法………………………… 422
16.3.1.1　用换面法作截交线………… 422
16.3.1.2　用换面法作相贯线………… 422
16.3.2　辅助斜投影法………………… 423
16.3.2.1　用辅助斜投影法作截交线……………………………… 423
16.3.2.2　用辅助斜投影法作相贯线……………………………… 423
16.3.3　辅助中心投影法……………… 424
16.3.3.1　用辅助中心投影法作截交线……………………………… 424
16.3.3.2　用辅助中心投影法作相贯线……………………………… 424
16.3.4　透视仿射变换法……………… 425
16.3.4.1　用透视仿射变换法作截交线……………………………… 425
16.3.4.2　用透视仿射变换法作相贯线……………………………… 425
16.4　交线的简化画法…………………… 426
16.4.1　截交线的简化画法…………… 426
16.4.1.1　截交线的四种简化类型……………………………… 426
16.4.1.2　各种类型的简化作图方法……………………………… 426
16.4.2　相贯线的简化画法…………… 428
16.4.2.1　相贯线的三种简化类型……………………………… 428
16.4.2.2　线切型简化画法及应用条件……………………………… 429
16.4.2.3　扁圆型简化画法及应用条件……………………………… 431
16.4.2.4　三弧型简化画法及应用条件……………………………… 432
16.5　过渡线画法………………………… 433

16.5.1 交线与过渡线画法比较………… 433
16.5.2 零件上过渡线画法实例………… 434
第 17 章 展开图画法 …………………… 435
17.1 可展表面展开的一些实例…………… 435
17.2 不可展曲面近似展开的一些实例……………………………… 449
第 18 章 零件上倾斜表面和倾斜零件的画法 …………………… 458
18.1 零件上单斜平面（投影面垂直面）的画法 …………………… 458
18.2 零件上双斜平面（一般位置平面）的画法 …………………… 459
18.2.1 一般位置圆的投影……………… 459
18.2.2 双斜平面的三种定位形式……………………………… 461
18.2.3 零件上双斜平面的作图实例……………………………… 462
18.3 双斜平面的视图标注及尺寸注法……………………………… 464
18.4 单向倾斜回转体的画法……………… 465
18.5 单向倾斜零件的作图实例…………… 467
18.6 双向倾斜回转体的画法……………… 468
18.7 零件上双向倾斜部分的作图实例……………………………… 468
第 19 章 轴测投影图 …………………… 470
19.1 轴测投影常用术语及正轴测投影的基本公式……………………………… 470
19.2 三种标准轴测图的一般规定………… 472
19.3 平行于坐标面的圆的轴测投影……… 473
19.3.1 正轴测图中平行于坐标面的圆的画法…………………………… 473
19.3.2 斜二测图中平行于坐标面的圆的画法…………………………… 477
19.4 不平行于坐标面的圆的正轴测投影……………………………… 478
19.4.1 垂直于坐标面的圆的正轴测画法…………………………… 478
19.4.2 倾斜面（既不平行，又不垂直于坐标面）上圆的正轴测画法…………………………… 480
19.5 画机件轴测图的基本方法…………… 481
19.5.1 坐标法…………………………… 481
19.5.2 切割法…………………………… 482
19.5.3 堆叠法…………………………… 482
19.6 轴测剖视图的画法…………………… 482
19.7 轴测图中交线的画法………………… 483
19.8 轴测图中过渡线的画法……………… 484
19.9 螺纹的轴测图画法…………………… 485
19.10 齿轮的轴测图画法 ………………… 485
19.11 圆柱螺旋弹簧的轴测图画法 ……… 486
19.12 部件的轴测图画法 ………………… 487
19.13 对轴测图的选择 …………………… 489
19.14 轴测图中的尺寸标注 ……………… 490
19.15 轴测图的黑白润饰 ………………… 491
19.16 机构运动简图的轴测图画法 ……… 494
19.17 管路系统轴测图的画法 …………… 495
19.18 用图解法建立非标准轴测系的方法 ……………………………… 496
19.18.1 建立非标准正轴测系的方法 ………………………… 496
19.18.2 建立非标准正面斜轴测系的方法 ………………………… 497
第 20 章 简图图形符号 ………………… 499
20.1 机构运动图形符号…………………… 499
20.1.1 机构构件的运动………………… 499
20.1.2 运动副…………………………… 500
20.1.3 构件及其组成部分……………… 501
20.1.4 多杆构件及其组成部分………… 501
20.1.5 摩擦机构………………………… 503
20.1.6 齿轮机构………………………… 505
20.1.7 凸轮机构………………………… 507
20.1.8 槽轮机构及棘轮机构…………… 508
20.1.9 联轴器、离合器及制动器…………………………… 509
20.1.10 其他机构及其组件 …………… 511
20.1.11 机构简图示例 ………………… 513
20.2 液压气动图形符号…………………… 514
20.2.1 符号要素………………………… 514
20.2.2 功能要素………………………… 515
20.2.3 管路、管路连接口及接头…………………………… 516
20.2.4 控制机构及控制方法…………… 517
20.2.5 能量转换及储存装置…………… 520
20.2.6 能量控制及调节………………… 522
20.2.7 流体的储存及调节……………… 524

20.2.8 辅助元器件………………………… 526
20.2.9 能量控制及调节元件符号的绘制规则………………………… 527
20.2.10 控制机构符号的绘制规则 ……………………………… 528
20.2.11 旋转式能量转换元件的旋转方向、流动方向及控制位置的标注规则 …………………… 529
20.2.12 常用液压气动元件图形符号 ……………………………… 531
20.2.13 液压气动系统简图示例 ……… 537
20.3 管路系统简图………………………… 538
20.3.1 管路、管件、阀门和控制元件的图形符号………………………… 538
20.3.2 管路系统简图示例……………… 543

第 21 章 厂房建筑图及工艺设备平面布置图 …………………… 544
21.1 房屋建筑图的图示形式……………… 544
21.1.1 正投影图………………………… 544
21.1.2 透视图…………………………… 545
21.1.3 轴测图…………………………… 545
21.2 房屋建筑图的有关规定……………… 545
21.2.1 视图名称………………………… 545
21.2.2 比例……………………………… 545
21.2.3 图线……………………………… 545
21.2.4 尺寸标注………………………… 545
21.3 建筑总平面图………………………… 549
21.4 建筑施工图…………………………… 551
21.4.1 建筑平面图……………………… 551
21.4.2 建筑立面图……………………… 553
21.4.3 建筑剖面图……………………… 554
21.5 区划布置图…………………………… 555
21.6 工艺设备平面布置图………………… 557

第 22 章 机械制图国外标准简介 ……………………………… 563
22.1 图纸幅面及格式……………………… 563
22.2 比例…………………………………… 564
22.3 图线…………………………………… 564
22.4 剖面符号……………………………… 566
22.5 图样画法……………………………… 567
22.5.1 ISO 128—20—1996《图示原理》 …………………… 567
22.5.2 美国标准 ANSI Y14.3—2008《多面视图和剖视图》 ………… 570
22.5.3 前苏联标准 ГОСТ2.305—68, СТ СЭВ 362—76 和 СТ СЭВ 363—76《视图在图上的配置》 ………… 570
22.5.4 日本标准 JISB0001—2000《表示法》 ………………………… 571
22.6 尺寸注法……………………………… 572
22.7 表面粗糙度的标注…………………… 577
22.8 螺纹的画法…………………………… 578
22.9 齿轮的画法…………………………… 579
22.10 外国标准代号及名称 ……………… 580

第 23 章 机械设计图样管理 …………… 581
23.1 产品及其组成部分的名词、术语……………………………………… 581
23.2 图样分类……………………………… 581
23.2.1 按表达的对象分类……………… 581
23.2.2 按完成的方法和使用特点分类……………………………… 582
23.2.3 按设计过程分类………………… 582
23.3 产品图样及设计文件图样的基本要求……………………………… 582
23.3.1 总则……………………………… 582
23.3.2 零件图…………………………… 583
23.3.3 装配图及总图…………………… 584
23.3.4 外形图…………………………… 584
23.3.5 安装图…………………………… 584
23.3.6 包装图…………………………… 584
23.3.7 表格图…………………………… 584
23.3.8 简图……………………………… 585
23.3.9 技术要求………………………… 585
23.4 产品图样及设计文件的格式………… 585
23.4.1 标题栏…………………………… 585
23.4.2 明细栏…………………………… 587
23.4.3 图样目录………………………… 590
23.4.4 明细表和汇总表………………… 590
23.5 签署规则……………………………… 594
23.5.1 签署人员的技术责任…………… 594
23.5.2 签署的方法……………………… 594
23.6 产品图样及设计文件的编号方法……………………………… 595
23.6.1 分类编号………………………… 595

23.6.2 部分分类编号……………………… 595
23.6.3 隶属编号……………………………… 595
23.6.4 部分隶属编号………………………… 596
23.7 产品图样及设计文件的更改办法……………………………………… 599
23.7.1 更改原则……………………………… 599
23.7.2 更改方法……………………………… 599
23.7.3 更改程序……………………………… 602
23.7.4 更改通知单的编号方法………… 602
23.8 图样复制技术简介………………………… 603
23.9 设计文件的保管…………………………… 603
第 24 章 CAD 制图 ………………………… 604
24.1 计算机辅助设计与制图词汇………… 604
24.2 CAD 系统用图线的表示 …………… 620
24.2.1 概述………………………………… 620
24.2.2 图线元素的计算………………… 620
24.3 CAD 图层的组织和命名 …………… 623
24.3.1 概述………………………………… 623
24.3.2 概念定义…………………………… 623
24.3.3 一般原则…………………………… 624
24.3.4 基本原则…………………………… 624
24.4 CAD 工程制图规则 ………………… 625
24.4.1 概述………………………………… 625
24.4.2 CAD 工程制图的基本设置要求………………………………… 625
24.4.3 投影法……………………………… 625
24.4.4 CAD 工程图的基本画法 ……… 626
24.4.5 CAD 工程图的管理 …………… 626
第 25 章 CAD 文件管理 ………………… 628
25.1 CAD 文件管理——总则 …………… 628
25.1.1 概述………………………………… 628
25.1.2 定义………………………………… 628
25.1.3 CAD 文件概念和分类 ………… 629
25.1.4 CAD 文件的编制规则 ………… 630
25.1.5 CAD 文件的基本结构 ………… 630
25.1.6 CAD 文件的归档 ……………… 630
25.1.7 CAD 文件的版权与保护 ……… 631
25.2 CAD 文件管理——基本格式 ……… 631
25.2.1 概述………………………………… 631
25.2.2 CAD 图的基本格式 …………… 631
25.2.3 CAD 设计文件格式 …………… 632
25.3 CAD 文件管理——编号原则 ……… 632
25.3.1 概述………………………………… 632
25.3.2 总体原则…………………………… 632
25.3.3 基本要求…………………………… 632
25.3.4 分类编号…………………………… 633
25.3.5 隶属编号…………………………… 633
25.4 CAD 文件管理——编制规则 ……… 635
25.4.1 概述………………………………… 635
25.4.2 一般要求…………………………… 635
25.4.3 CAD 图的绘制 ………………… 635
25.4.4 文字文件的编制………………… 636
25.4.5 表格文件的编制………………… 636
25.5 CAD 文件管理——基本程序 ……… 637
25.5.1 概述………………………………… 637
25.5.2 形成 CAD 文件的基本阶段 …… 637
25.5.3 CAD 图与设计文件形成的基本过程……………………………… 637
25.5.4 CAD 软件开发的基本过程 …… 637
25.6 CAD 文件管理——更改规则 ……… 638
25.6.1 概述………………………………… 638
25.6.2 CAD 文件的更改原则 ………… 638
25.6.3 CAD 文件的更改方法 ………… 638
25.6.4 CAD 文件的更改程序 ………… 639
25.6.5 更改通知单的填写……………… 639
25.6.6 CAD 文件更改后的文件名管理………………………………… 639
25.7 CAD 文件管理——签署规则 ……… 639
25.7.1 概述………………………………… 639
25.7.2 签署的一般要求………………… 639
25.7.3 签署人员的技术责任…………… 639
25.7.4 签署的方法………………………… 640
25.7.5 签署单及填写…………………… 640
25.8 CAD 文件管理——标准化审查 …… 641
25.8.1 概述………………………………… 641
25.8.2 标准化审查的一般要求………… 641
25.8.3 标准化审查的范围和内容……… 641
25.8.4 标准化审查的程序和办法……… 642
25.8.5 标准化审查人员的职责和权限………………………………… 642
25.8.6 其他………………………………… 642
25.9 CAD 文件管理——完整性 ………… 643
25.9.1 概述………………………………… 643
25.9.2 一般要求…………………………… 643
25.9.3 CAD 文件的范围 ……………… 643
25.9.4 CAD 文件的完整性 …………… 643

25.10 CAD 文件管理——存储与维护 …… 645
25.10.1 概述 …… 645
25.10.2 存储与维护的一般要求 …… 645
25.10.3 存储编号 …… 645
25.10.4 提交归档前存储介质的条件 …… 646
附录 …… 647
附录 A 优先数和优先数系 …… 647
附录 B 常用单位的换算 …… 648
附录 C 几何图形的计算公式 …… 651
附录 D 几何体的计算公式 …… 653
附录 E 常用材料 …… 656
参考文献 …… 662

第 1 章　技术制图与机械制图国家标准基本规定

1.1　图纸幅面和格式

1.1.1　图纸幅面尺寸

根据 GB/T 14689—2008 的规定，绘制技术图样时优先采用表 1-1 所规定的基本幅面（第一选择），如图 1-1 中粗实线所示。

表 1-1　图纸基本幅面尺寸（第一选择）　　（单位：mm）

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 $B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297

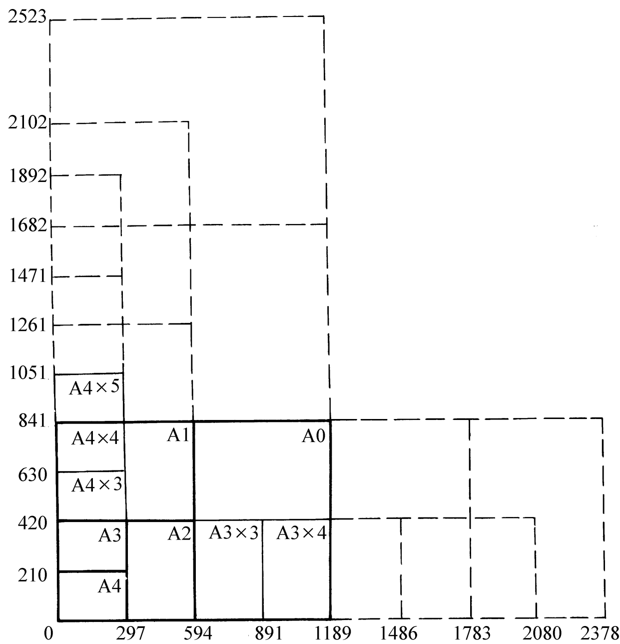


图　1-1

必要时也允许选用表 1-2 所规定的加长幅面（第二选择），如图 1-1 中细实线所示。

表 1-2　图纸加长幅面尺寸（第二选择）　　（单位：mm）

幅面代号	A3 × 3	A3 × 4	A4 × 3	A4 × 4	A4 × 5
尺寸 $B \times L$	420 × 891	420 × 1189	297 × 630	297 × 841	297 × 1051

必要时还允许选用表 1-3 所规定的加长幅面（第三选择），如图 1-1 中虚线所示。

表 1-3　图纸加长幅面尺寸（第三选择）　（单位：mm）

幅面代号	A0 ×2	A0 ×3	A1 ×3	A1 ×4	A2 ×3
尺寸 $B \times L$	1189 ×1682	1189 ×2523	841 ×1783	841 ×2378	594 ×1261
幅面代号	A2 ×4	A2 ×5	A3 ×5	A3 ×6	A3 ×7
尺寸 $B \times L$	594 ×1682	594 ×2102	420 ×1486	420 ×1783	420 ×2080
幅面代号	A4 ×6	A4 ×7	A4 ×8	A4 ×9	
尺寸 $B \times L$	297 ×1261	297 ×1471	297 ×1682	297 ×1892	

1.1.2　图框格式及标题栏位置

图框格式分为不留装订边和留装订边两种。同一产品只能采用同一种格式。图框线用粗实线绘制。

不留装订边的图框格式如图 1-2 所示，其尺寸按表 1-4 的规定。

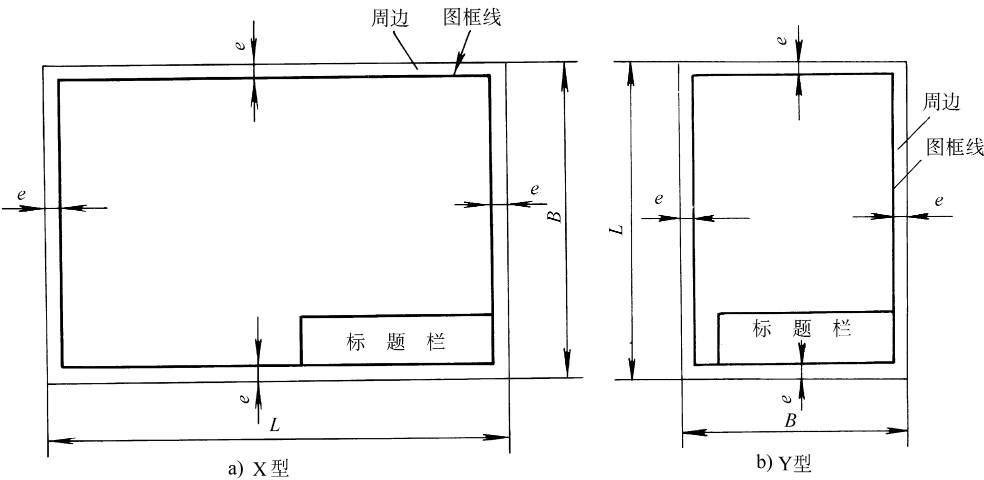


图　1-2

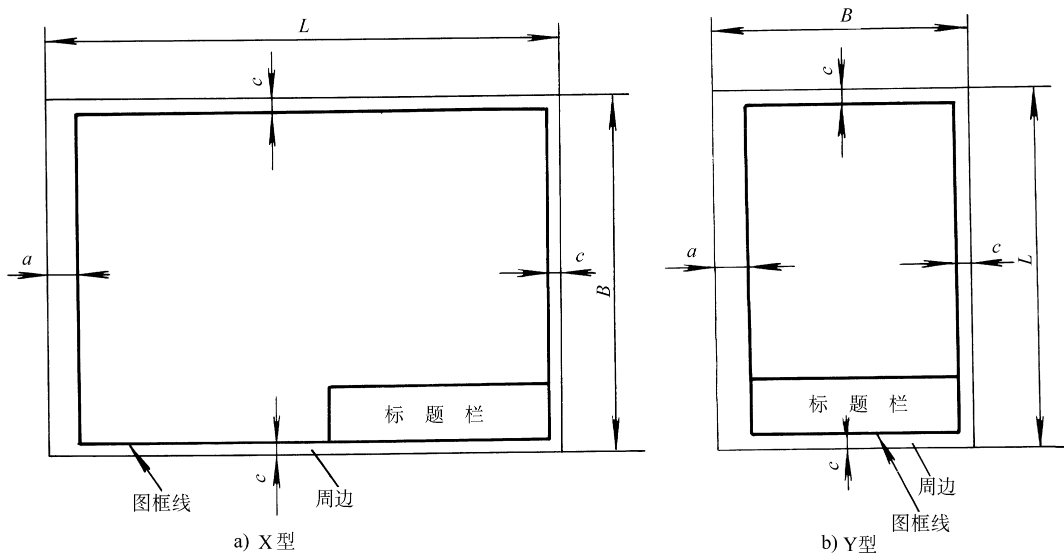
表 1-4　图　框　尺　寸　（单位：mm）

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 ×1189	594 ×841	420 ×594	297 ×420	210 ×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

留有装订边的图框格式如图 1-3 所示，其尺寸按表 1-4 的规定。

加长幅面的图框尺寸，按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如 A3 ×4 的图框尺寸，应按 A2 的图框尺寸绘制，即 e 为 10mm 或 c 为 10mm；A2 ×5 的图框尺寸，应按 A1 的图框尺寸绘制，即 e 为 20mm 或 c 为 10mm。

标题栏位于图纸的右下角。标题栏的格式和尺寸按 GB/T 10609.1—2008 的规定绘制（见本书第 23 章）。当标题栏的长边为水平方向，且与图纸长边平行时，构成 X 型图纸，图 1-2a 及图 1-3a 所示均为 X 型图纸。若标题栏长边与图纸长边垂直，则构成 Y 型图纸，图 1-2b 及图 1-3b 所示均为 Y 型图纸。上述两种情况下，看图的方向与看标题栏的方向一致。



a) X 型　　b) Y型

图 1-3

为了利用预先印制好图框及标题栏的图纸画图，允许将 X 型图纸的短边放成水平位置或将 Y 型图纸的长边放成水平位置使用，但需明确其看图方向，此时应在图纸的下边对中符号处画出方向符号，如图 1-4 所示。

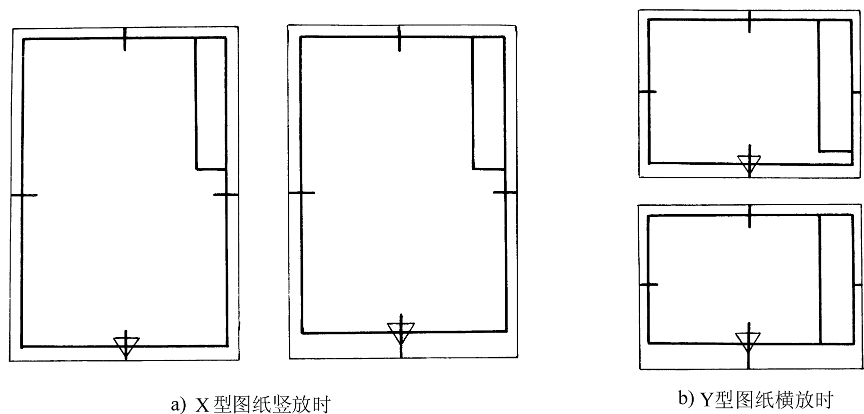

a) X 型图纸竖放时　　b) Y型图纸横放时

图 1-4

方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其尺寸如图 1-5 所示。

为复制或缩微摄影时便于定位，在表 1-1 和表 1-2 所列的各号图纸上，均应在各边长的中点处用粗实线（线宽不小于 0.5mm）分别画出对中符号，其长度是从纸边开始直至伸入图框内约 5mm，如图 1-6 所示。

若对中符号处于标题栏范围内时，伸入标题栏的部分应当省略，如图 1-7b 所示。

1.1.3　图幅分区

为便于查找复杂图样的细部，可按图 1-7a、b 所示方式在图纸周边内用细实线画出分区。每一分区的长度应在 25 ~ 75mm 之间选定，分区的数目必须是偶数。

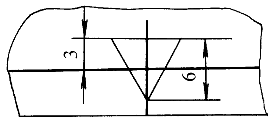


图 1-5

分区的编号，沿上下方向（依看图方向为准）用大写拉丁字母从

上至下顺序编写；沿水平方向用阿拉伯数字从左至右顺序编写，并在对应边上重复标写一次。

当分区数超过 26 个拉丁字母的总数时，超过的各区用双字母（AA、BB、…）依次编写。

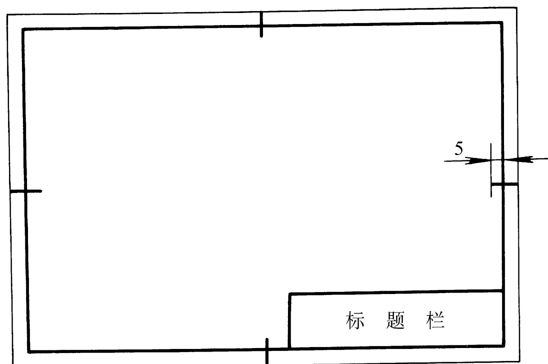


图 1-6

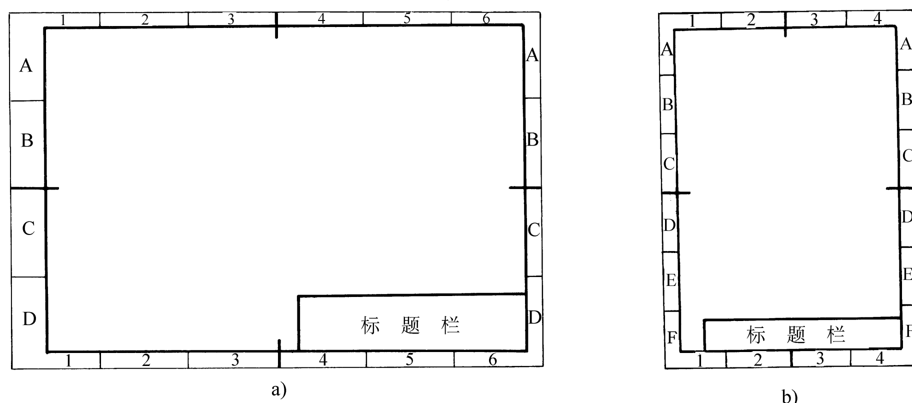


图 1-7

当分区代号由拉丁字母和阿拉伯数字组合而成时，应将字母写在前，数字写在后，例如 B6、D2 等。

若需要同时注写分区代号和图形名称时，分区代号写在图形名称之后，中间空一个字的宽度，例如“A B6”。

1.1.4 米制参考分度

用于缩微摄影的原件，可在图纸下周边内用粗实线（线宽不小于 0.5mm）绘制不注尺寸的米制参考分度，用来识别缩微摄影的缩小或放大的倍率。

如图 1-8 所示，米制参考分度每格长 10mm，高 5mm；在对中符号两侧各画 5 格，总长为 100mm。图 1-8a 周边宽度为 10mm；图 1-8b 周边宽度为 5mm。

当图幅分区和米制参考分度同时应用时，在绘制米制参考分度的部分省略图幅分区。

1.1.5 剪切符号

为便于自动剪切复制图样，可在图纸（如底图）的四个角上分别绘制剪切符号，见图 1-9。

剪切符号可采用直角边边长为 10mm 的黑色等腰三角形，如图 1-9a 所示；若对某些自动切纸机不适用时，也可将剪切符号画成线宽为 2mm、线长为 10mm 的两条粗线段，如图 1-9b 所示。

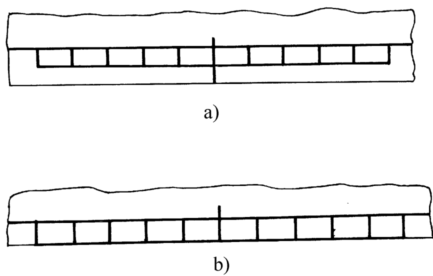


图　1-8

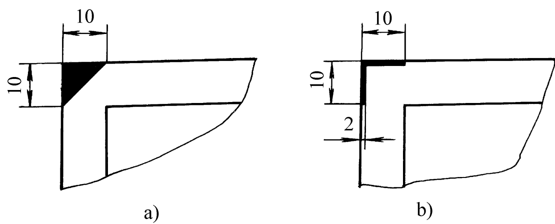


图　1-9

1.2　比例

根据 GB/T 14690—1993 的规定，图样中的图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。绘制技术图样时一般应在表 1-5 规定的系列中选取适当的比例。

表 1-5　一般选用的比例

种　类	比	例	
原值比例	1:1		
放大比例	5:1 5×10^n:1	2:1 2×10^n:1	 1×10^n:1
缩小比例	1:2 1:2×10^n	1:5 1:5×10^n	1:10 1:1×10^n

注：n 为正整数。

必要时也允许在表 1-6 规定的比例系列中选用。

表 1-6　允许选用的比例

种　类	比		例		
放大比例	4:1 4×10^n:1			2.5:1 2.5×10^n:1	
缩小比例	1:1.5 1:1.5×10^n	1:2.5 1:2.5×10^n	1:3 1:3×10^n	1:4 1:4×10^n	1:6 1:6×10^n

注：n 为正整数。

一般情况下，比例应填写在标题栏中的比例栏内。当某个视图采用不同于标题栏内的比例时，可在视图名称的下方注出比例，如图 1-10 所示；或在视图名称的右侧注出比例，例

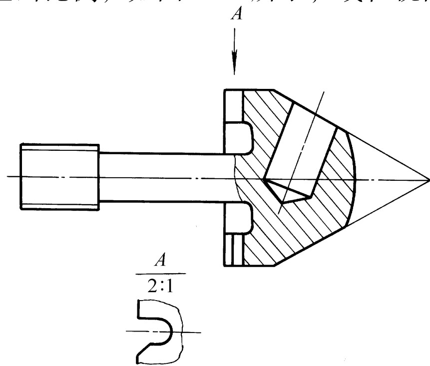


图　1-10

如"$\frac{\mathrm{I}}{5:1}$，$\frac{\mathrm{A}}{2:1}$，<u>平面图</u> 1∶100"。

必要时，图样的比例也可采用比例尺的形式，在图样内水平方向或垂直方向画出比例尺。

1.3　字体

GB/T 14691—1993 规定了技术图样及有关技术文件中书写的汉字、字母、数字的结构形式及基本尺寸。

字体高度（用 h 表示）的公称尺寸系列为：1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm 等八种。字体高度称为字体的号数。若需要书写大于 20 号的字，其字体高度应按$\sqrt{2}$的比率递增。

字母及数字分 A 型和 B 型，在同一张图上只允许采用同一种形式的字体。

A 型字体的笔划宽度（d）为字高（h）的 1/14。

B 型字体的笔划宽度（d）为字高（h）的 1/10。

字母及数字可写成斜体或直体。斜体字的字头向右倾斜，与水平基准线成 75°。

汉字只能写成直体。

当汉字、字母、数字等组合书写时的排列格式及间距等应符合图 1-11 ~ 图 1-14 及表 1-7、表 1-8 的规定。

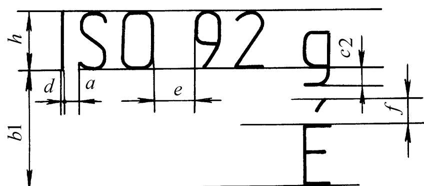


图　1-11

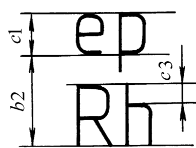


图　1-12

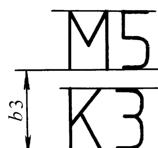


图　1-13

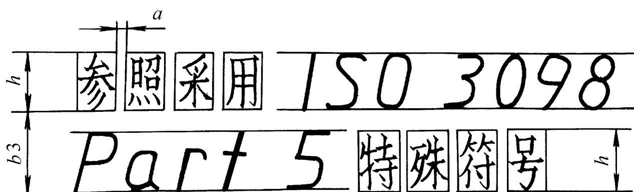


图　1-14

1.3.1　汉字

国家标准规定汉字应写成长仿宋体，并采用国务院正式公布推行的简化字。

汉字的高度（h）不应小于 3.5mm，字宽一般为 $h/\sqrt{2}$（即约等于字高的 2/3）。

书写长仿宋体的要领是：横平竖直，注意起落，结构匀称，填满方格。

1. 基本笔划的书写方法

基本笔划有点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折等八种，写法示例如图 1-15 所示。

表 1-7　A 型 字 体　　（单位：mm）

书　写　格　式		基本比率	尺	寸						
大写字母高度	h	$(14/14)h$	1.8	2.5	3.5	5	7	10	14	20
小写字母高度	$c1$	$(10/14)h$	1.3	1.8	2.5	3.5	5	7	10	14
小写字母伸出尾部	$c2$	$(4/14)h$	0.5	0.72	1	1.43	2	2.8	4	5.7
小写字母出头部	$c3$	$(4/14)h$	0.5	0.72	1	1.43	2	2.8	4	5.7
发音符号范围	f	$(5/14)h$	0.64	0.89	1.25	1.78	2.5	3.6	5	7
字母间间距	a	$(2/14)h$	0.26	0.36	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8
基准线最小间距(有发音符号)	$b1$	$(25/14)h$	3.2	4.46	6.25	8.9	12.5	17.8	25	35.7
基准线最小间距(无发音符号)	$b2$	$(21/14)h$	2.73	3.78	5.25	7.35	10.5	14.7	21	29.4
基准线最小间距(仅为大写字母)	$b3$	$(17/14)h$	2.21	3.06	4.25	5.95	8.5	11.9	17	23.8
词间距	e	$(6/14)h$	0.78	1.08	1.5	2.1	3	4.2	6	8.4
笔划宽度	d	$(1/14)h$	0.13	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4

注：特殊的字符组合，如 LA、TV、Tr 等，字母间间距可为 $a=(1/14)h$。

表 1-8　B 型 字 体　　（单位：mm）

书　写　格　式		基本比率	尺	寸						
大写字母高度	h	$(10/10)h$	1.8	2.5	3.5	5	7	10	14	20
小写字母高度	$c1$	$(7/10)h$	1.26	1.75	2.5	3.5	5	7	10	14
小写字母伸出尾部	$c2$	$(3/10)h$	0.54	0.75	1.05	1.5	2.1	3	4.2	6
小写字母伸出头部	$c3$	$(3/10)h$	0.54	0.75	1.05	1.5	2.1	3	4.2	6
发音符号范围	f	$(4/10)h$	0.72	1	1.4	2	2.8	4	5.6	8
字母间间距	a	$(2/10)h$	0.36	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8	4
基准线最小间距(有发音符号)	$b1$	$(19/10)h$	3.42	4.75	6.65	9.5	13.3	19	26.6	38
基准线最小间距(无发音符号)	$b2$	$(15/10)h$	2.7	3.75	5.25	7.5	10.5	15	21	30
基准线最小间距(仅为大写字母)	$b3$	$(13/10)h$	2.34	3.25	4.55	6.5	9.1	13	18.2	26
词间距	e	$(6/10)h$	1.08	1.5	2.1	3	4.2	6	8.4	12
笔划宽度	d	$(1/10)h$	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2

注：特殊的字符组合，如 LA、TV、Tr 等，字母间间距可为 $a=(1/10)h$。

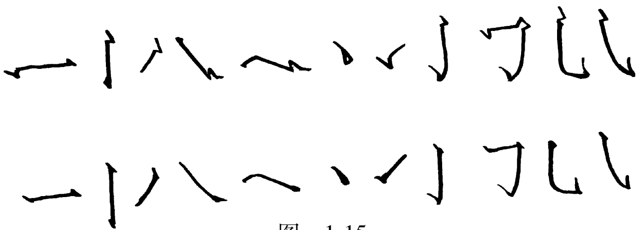


图　1-15

2. 常用部首的书写方法（图 1-16）

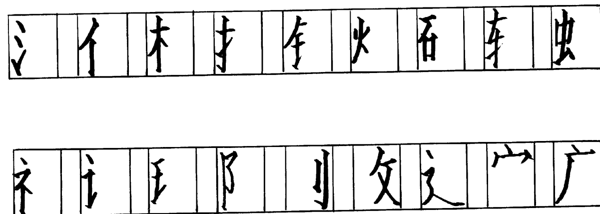


图 1-16

3. 汉字的字形结构

汉字除单体字外，一般由上、下或左、右几部分组成，常见的情况是分别占整个汉字宽度或高度的 1/2、1/3、2/3、2/5、3/5 等，如图 1-17 所示。

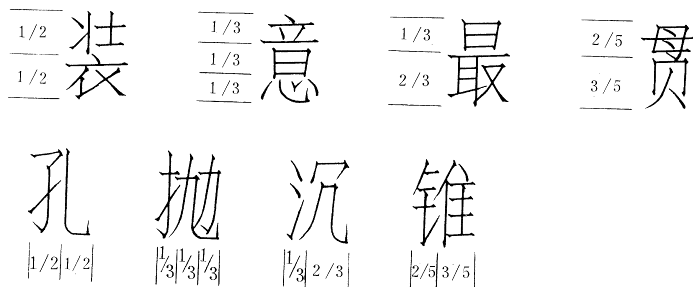


图 1-17

在不同的字中，相同的部首可占不同的比例，如“铸”字中的“钅”约占 2/5，而“锻”字中的“钅”只占 1/3 的位置。书写时各部分的比例关系应适当。

4. 长仿宋体汉字示例（图 1-18）

字体端正　笔划清楚　排列整齐　间隔均匀

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀抛光研视图

向旋转前后表面展开两端中心孔锥销键

图 1-18

1.3.2　数字

工程上常用的数字有阿拉伯数字和罗马数字，并经常用斜体书写。

1. 阿拉伯数字示例（图 1-19）

2. 罗马数字示例（图 1-20）

1.3.3　拉丁字母

拉丁字母的大写和小写均有斜体和直体两种，写法示例如图 1-21 所示。汉语拼音字母来源于拉丁字母，两者字形完全相同。

0123456789

斜体

0123456789

直体

图 1-19

I II III IV V VI VII VIII IX X

斜体

I II III IV V VI VII VIII IX X

直体

图 1-20

ABCDEFGHIJKLMN

OPQRSTUVWXYZ

大写斜体

ABCDEFGHIJKLMN

OPQRSTUVWXYZ

大写直体

图 1-21

abcdefghijklmn

opqrstuvwxyz

小写斜体

abcdefghijklmn

opqrstuvwxyz

小写直体

图　1-21（续）

ΑΒΓΔΕΖΗΘΙΚΛΜΝΞΟ

ΠΡΣΤΥΦΧΨΩ

大写斜体

αβγδεζηθϑικλμνξο

πρστυφϕχψω

小写斜体

图　1-22

1.3.4 希腊字母

希腊字母写法示例如图 1-22 所示。

用作指数、脚注、极限偏差、分数等的数字及字母一般应采用小一号的字体，如图 1-23 所示。

10^{3} S^{-1} D_{1} T_{d}

$\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $7^{\circ}{}^{+1^{\circ}}_{-2^{\circ}}$ $\frac{3}{5}$

图 1-23

1.4 图线

GB/T 17450—1998 和 GB/T 4457.4—2002 规定了图样中图线的线型、尺寸和画法。

1.4.1 线型

国标 GB/T 17450—1998 中规定了 15 种基本线型，以及多种基本线型的变形和图线的组合。GB/T 4457.4—2002 列出了机械制图中常用的九种线型，见表 1-9。

表 1-9 图 线

代码 NO.	名 称		线 型	一 般 应 用
01	实线	粗 实 线		可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、齿顶线等
		细 实 线		过渡线、尺寸线、尺寸界线、剖面线、弯折线、螺纹牙底线、齿根线、指引线、辅助线等
02	虚线	细虚线		不可见轮廓线
		粗虚线		允许表面处理的表示线
04	点画线	细点画线		轴线、对称中心线、齿轮分度圆线等
		粗点画线		限定范围表示线
05	细双点画线			轨迹线、相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、剖切面前的结构轮廓线等
基本线型的变形	波 浪 线			断裂处的边界线；剖视图与视图的分界线
图线的组合	双 折 线			断裂处的边界线；视图与剖视图的分界线

各种图线的应用举例示于图 1-24 ~ 图 1-27。

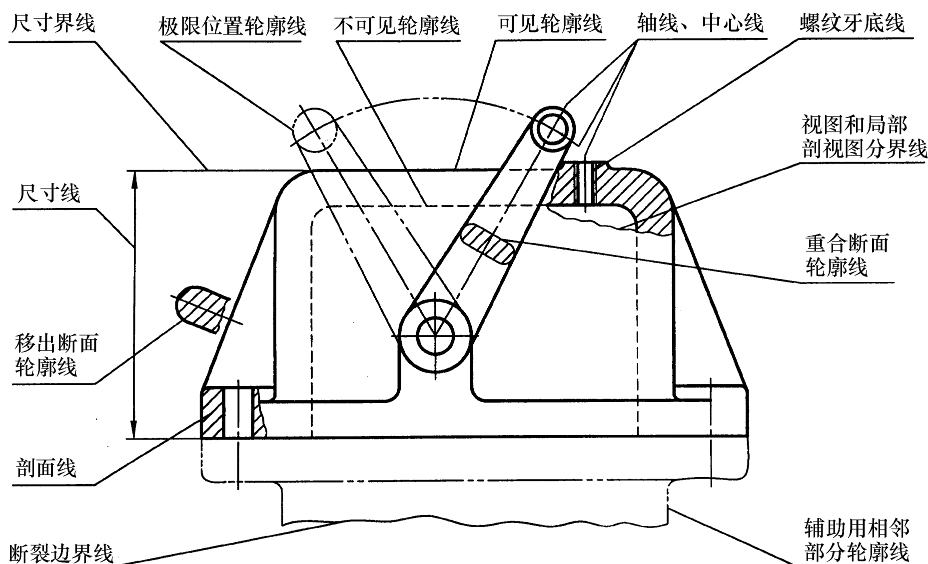


图 1-24

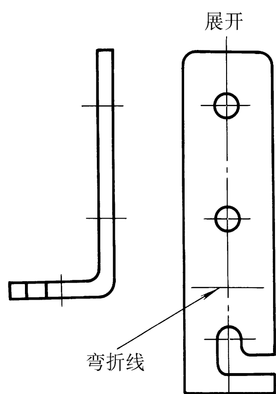


图 1-25

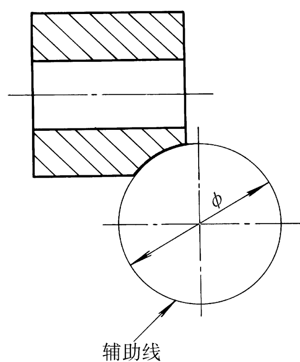


图 1-26

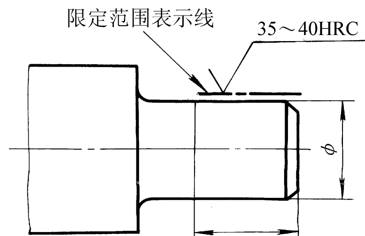


图 1-27

1.4.2 图线的尺寸

GB/T 17450—1998 规定，所有线型的图线宽度（d），应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择（数系公比为 $1:\sqrt{2}$，单位为 mm）：0.13，0.18，0.25，0.35，0.5，0.7，1，1.4，2。

粗线、中粗线和细线的宽度比率为 4:2:1。在同一图样中，同类图线的宽度应一致。

在机械制图中常用的图线见表 1-9，除粗实线、粗虚线和粗点画线以外均为细线，粗细线的线宽比率为 2:1。

为了保证图样清晰、易读和便于缩微复制，应尽量避免在图样中出现宽度小于 0.18mm 的图线。

在绘制虚线和点（双点）画线时，其线素（点、画、长画和短间隔）的长度如图 1-28 所示。

1.4.3 图线的画法

1）除非另有规定，两条平行线间的最小间隙不得小于 0.7mm。

2）在较小的图形中绘制细点画线或细双点画线有困难时，可用细实线代替。

3）细点画线、细双点画线、细虚线、粗实线彼此相交时，应交于画线处，不应留空（图 1-29）。

4）两种图线重合时，只需画出其中一种，优先顺序为：可见轮廓线，不可见轮廓线，对称中心线，尺寸界线。

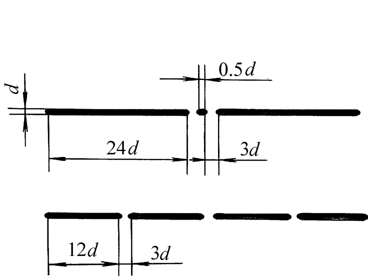


图 1-28

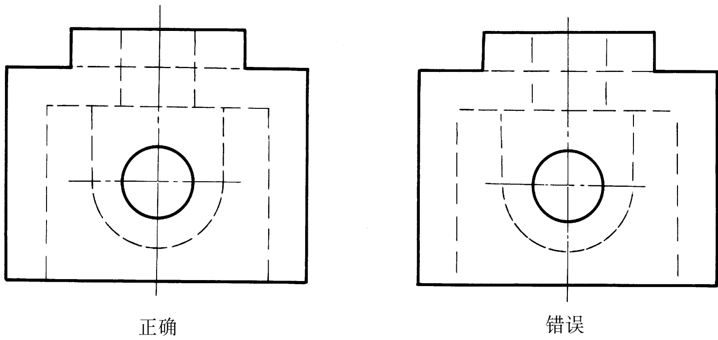


图 1-29

1.5 剖面符号

1.5.1 规定的剖面符号

根据 GB/T 17453—2005 和 GB/T 4457.5—1984 规定，在剖视图和断面图中，应采用表 1-10 中的剖面符号。

表 1-10 剖 面 符 号

<table>
<tr><td>金属材料
（已有规定剖面符号者除外）</td><td></td><td colspan="2">型砂、填砂、粉末冶金、砂轮、陶瓷刀片、硬质合金刀片等</td><td></td></tr>
<tr><td>线圈绕组元件</td><td></td><td colspan="2">玻璃及供观察用的其他透明材料</td><td></td></tr>
<tr><td>转子、电枢、变压器和电抗器等的叠钢片</td><td></td><td rowspan="2">木　　材</td><td>纵 断 面</td><td></td></tr>
<tr><td>非金属材料
（已有规定剖面符号者除外）</td><td></td><td>横 断 面</td><td></td></tr>
</table>

（续）

胶合板 （不分层数）		砖	
基础周围的泥土		格　网 （筛网、过滤网等）	
混凝土		液　体	
钢筋混凝土			

注：1. 上表所规定的剖面符号仅表示材料的类别，材料的名称和代号必须另行注明。
2. 叠钢片的剖面线方向应与束装中叠钢片的方向一致。
3. 由不同剖面符号的材料嵌入或附着在一起的成品，用其中主要材料的剖面符号表示，如夹丝玻璃的剖面符号可用玻璃的剖面符号表示。
4. 在零件图中，也可以用涂色代替剖面符号。
5. 木材、玻璃、液体、叠钢片、砂轮及硬质合金刀片等剖面符号，也可在外形视图中画出全部或一部分作为材料的标志。
6. 液面用细实线绘制。

1.5.2 剖面符号的画法（表 1-11）

表 1-11　剖面符号的画法

图　例	画 法 说 明
45°　A　A　A—A　60°　A　A　A—A　45°　30°	1. 同一金属零件，在所有剖视、断面图中的剖面符号，应画成方向相同、间隔相等的平行细实线，其倾斜角最好与零件的主要轮廓线或剖面区域的对称线呈 45°角 2. 当某个图形剖面区域的轮廓线与其他主要轮廓线呈 45°或接近 45°时，该图形的剖面线应画成与主要轮廓线呈 60°或 30°的倾斜线，但倾斜方向仍应与其他图形的剖面线一致

（续）

图　　例	画 法 说 明
	1. 在装配图中，相互邻接的金属零件，其剖面线应画成相反的倾斜方向，或方向相同、间隔不同，但同一零件在不同图形上其剖面线仍应保持方向、间隔相同 2. 除金属零件外，剖面符号相同的零件邻接时，可采用疏密不同的方法来区分
	金属接合件图样中的剖面符号画法与装配图中剖面符号的画法一样（即相邻件剖面线方向不同或间隔不等）
	在含有接合件的装配图中，若组成接合件的各零件的剖面符号相同，则可将接合件当作一个整体，画统一的剖面符号
	1. 图形中剖面的宽度小于或等于 2mm 时，可用涂黑代替剖面符号。若为不宜涂黑的材料，也可不画剖面符号 2. 邻接剖面都涂黑时，需留出不小于 0.7mm 的间隙
	作为辅助用的相邻零件，一般不画剖面符号，若必须画出时，仍用细实线绘制剖面符号

附录　常用绘图工具的使用

1. 丁字尺（或一字尺）**及三角板**

丁字尺（或一字尺）常用来绘制水平线，与三角板配合使用时，可绘制垂直线和各种特殊角度的倾斜线，如图 1-30 ~ 图 1-32 所示。

一字尺与丁字尺的作用相同。一字尺靠双槽滑轮用弦线安装在图板上，可平行地上下灵活移动（图 1-33），比使用丁字尺更为方便。

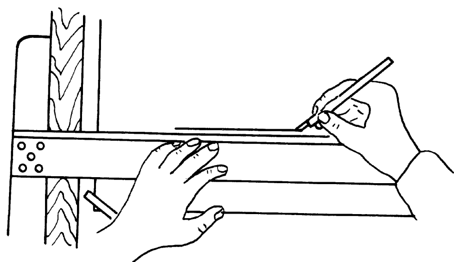


图 1-30

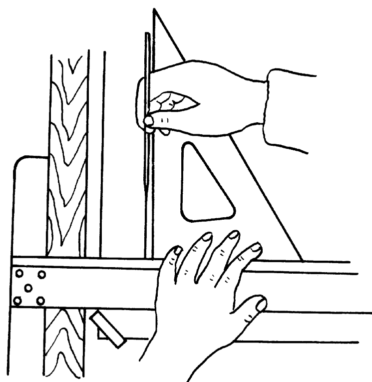


图 1-31

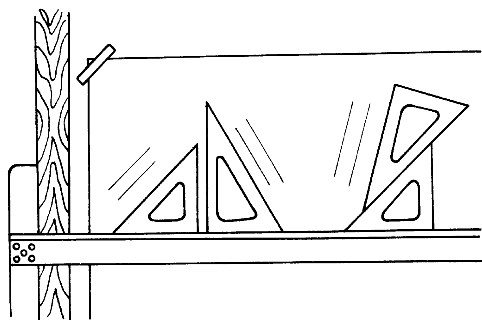


图 1-32

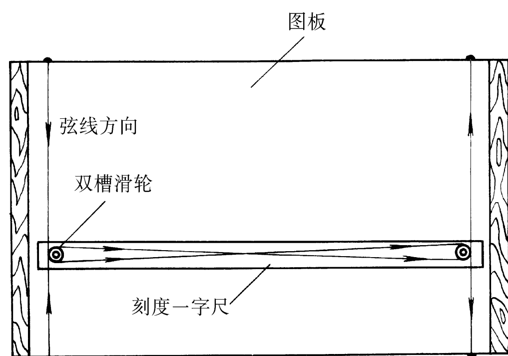


图 1-33

2. 绘图仪器

成套绘图仪器如图 1-34 所示，其主要仪器有分规、圆规及直线笔。分规的用途主要是移置尺寸（图 1-35）和等分线段（图 1-36）。

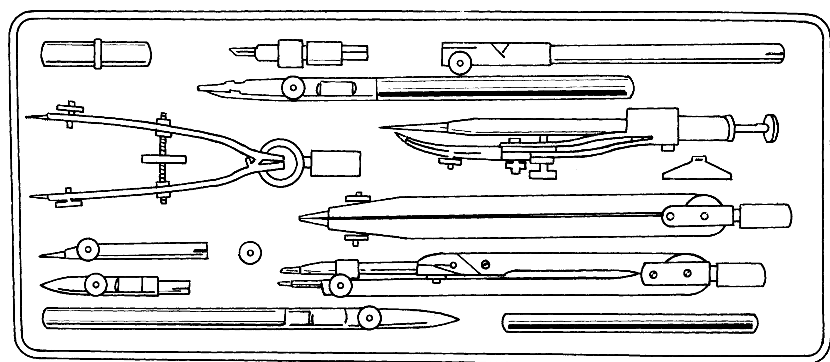


图 1-34

圆规的用途是画圆。绘制较大直径的圆时，应调节圆规的针尖及铅芯尖各约垂直于纸面（图 1-37）。将圆规的针尖置于圆心位置（图 1-38）。画一般直径圆和大直径圆时，手持圆规的姿势如图 1-39 所示。

直线笔用于上墨或描图。画图时直线笔与直尺的相对位置如图 1-40 所示。直线笔应保持在垂直于纸面的平面内，并向笔的运动方向稍有倾斜（15°～20°）。

3. 模板

为了提高绘图效率可使用各种模板，例如用曲线板（图 1-41）、多用模板（图 1-42）及自制专用模板绘制曲线、圆、六角螺母等。图 1-43 为绘制虚线圆及点画线圆的自制模板。

图 1-44 是一种多功能绘图尺，与丁字尺配合使用，可绘制正等轴测图，也可用来度量角度、绘制曲线等。

4. 绘图机

图 1-45 所示为钢带式绘图机，固接在一起的横直尺及纵直尺可在桌面上自由移动，因而可以画出任一位置的水平线及垂直线；调节分度盘，可以改变两条直尺的角度，从而画出各种位置的斜线。

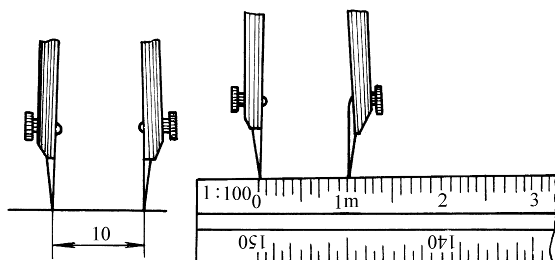


图 1-35

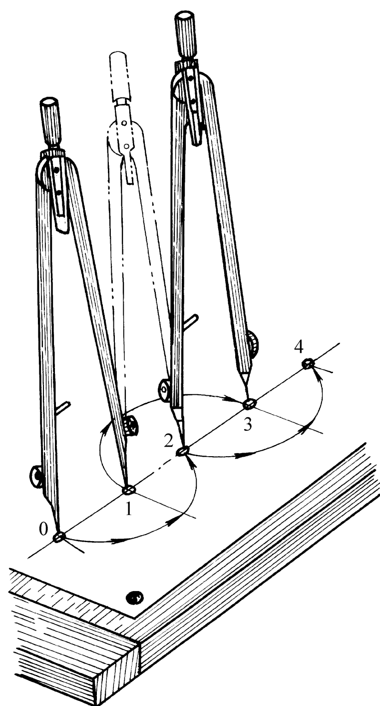
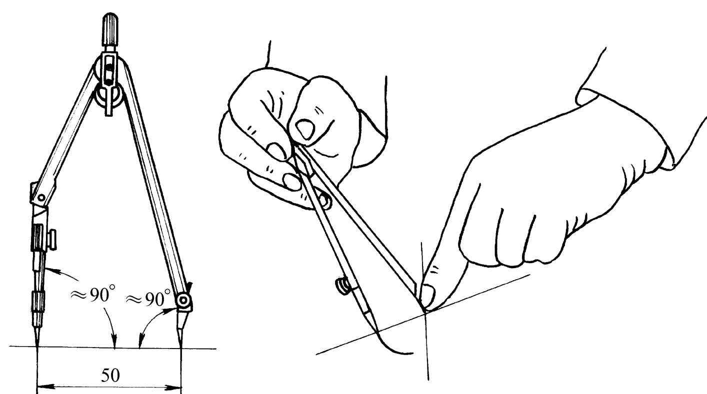
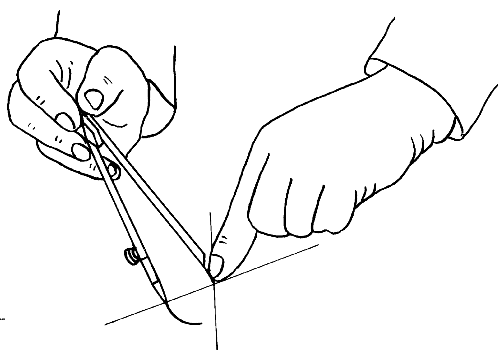


图 1-36





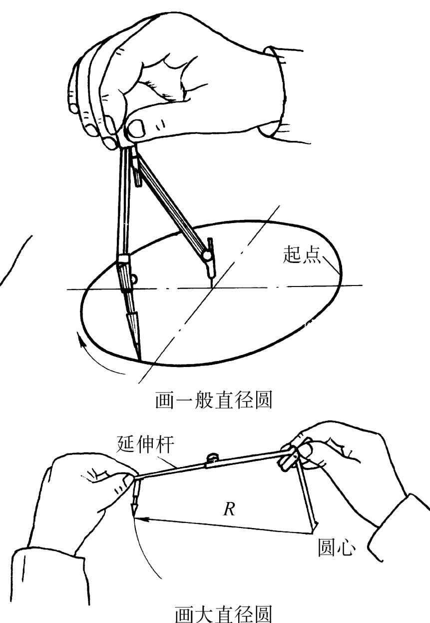


图 1-37

图 1-38

图 1-39

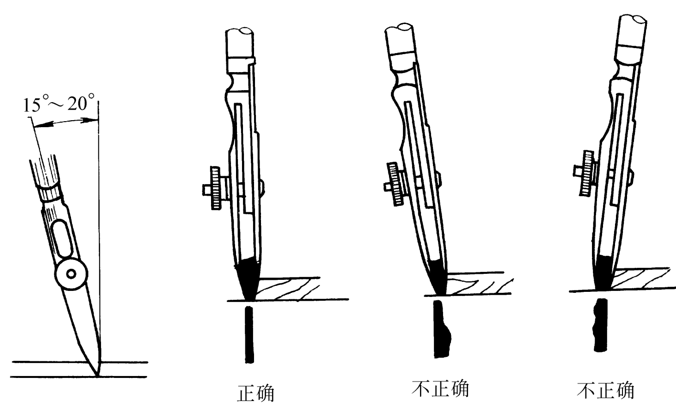


图 1-40



图 1-41

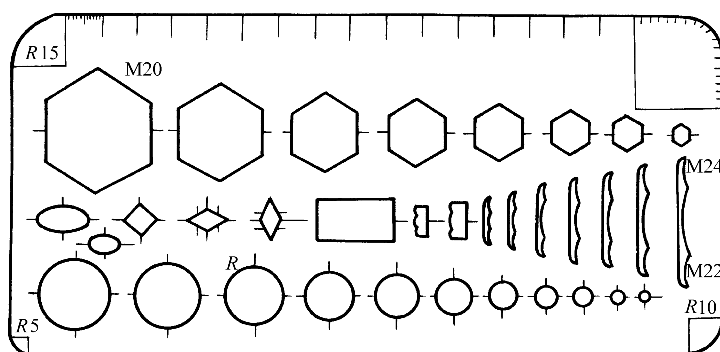


图 1-42

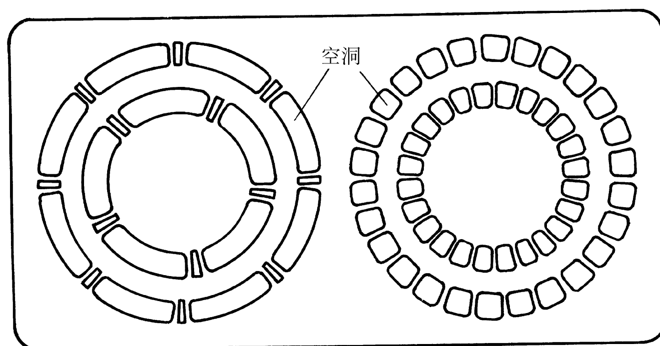


图 1-43

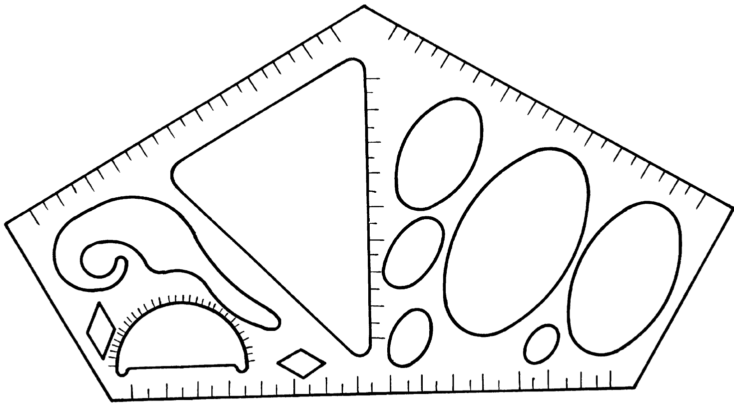


图 1-44

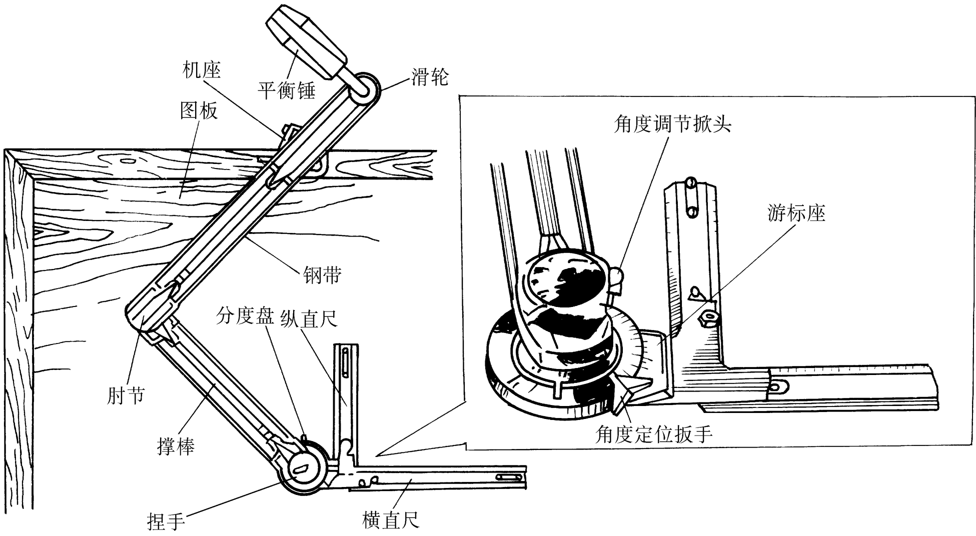


图 1-45

第 2 章　图 样 画 法

2.1　视图

本节内容根据 GB/T 17451—1998，GB/T 4458.1—2002 编写。

2.1.1　基本视图

基本视图是将机件向 6 个基本投影面投影所得的视图，它们是主视图、左视图、右视图、俯视图、仰视图及后视图。图 2-1 是基本投影面连同它上面的视图展开的方式。

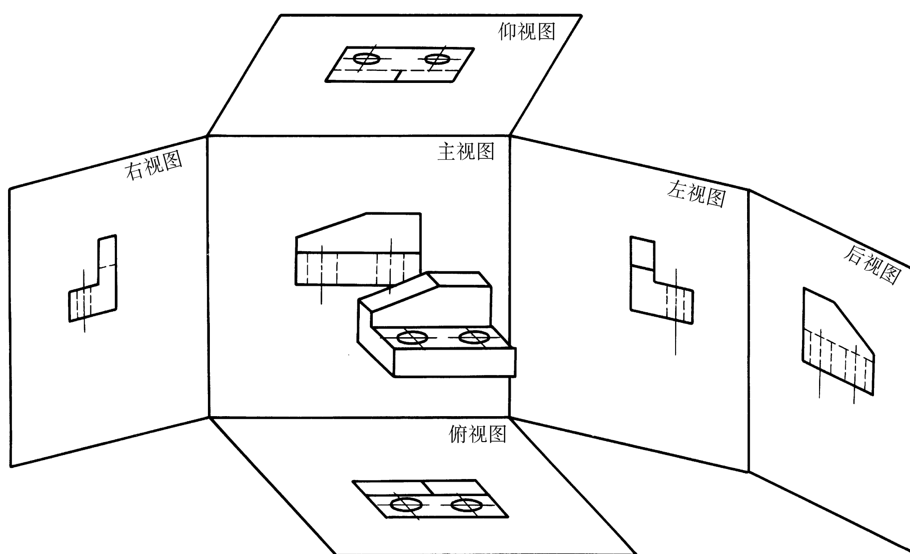


图　2-1

在同一张图样内，6 个基本视图按图 2-2 所示配置关系配置视图时，可不标注视图名称。

2.1.2　向视图

向视图是可自由配置的视图。

绘图时应在向视图上方标注“×”（“×”为大写拉丁字母），在相应视图的附近用箭头指明投射方向，并标注相同的字母。图 2-3 是将图 2-2 中的右视图、仰视图和后视图三个视图画成 *A*、*B*、*C* 三个向视图，并自由配置在图纸的适当位置。

2.1.3　局部视图

局部视图是将物体的某一部分向基本投影面投射所得的视图。有如下两种情况：

1）用于表达机件的局部形状，如图 2-4 和图 2-5 所示。

画局部视图时，一般可按向视图的配置形式配置（图 2-4*A*、*B*、*C* 视图）。

当局部视图按基本视图的配置形式配置时，可省略标注（图 2-5 的俯视图）。

局部视图的断裂边界用波浪线或双折线表示，如图 2-4 中的 *B*、*C* 视图所示。当所表示

的局部结构的外形轮廓是完整的封闭图形时，断裂边界线可省略不画。

2）为了节省绘图时间和图幅，对称构件或零件的视图可只画1/2 或1/4，并在对称中心线两端画出两条与其垂直的平行细实线（图2-6、图2-7）。

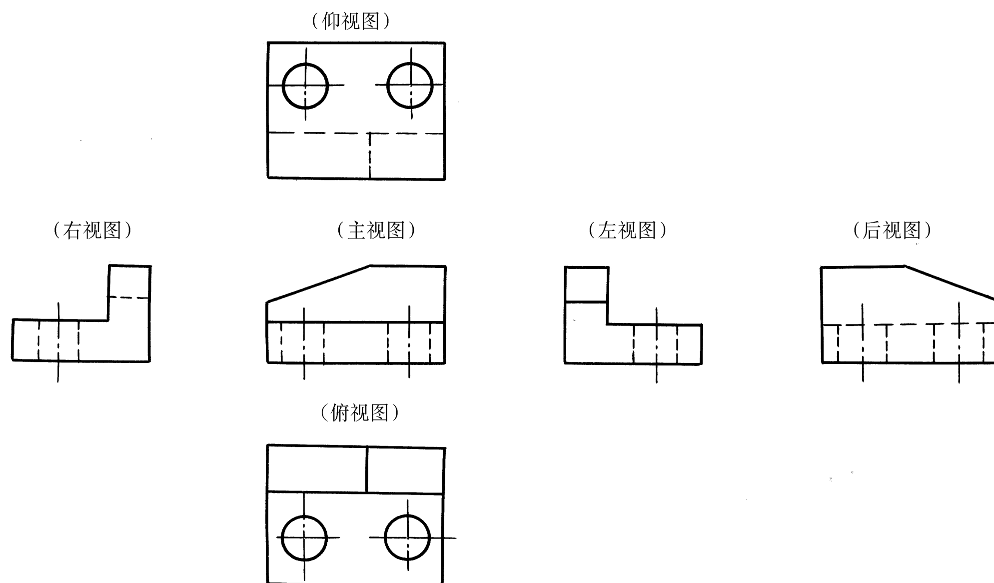


图 2-2

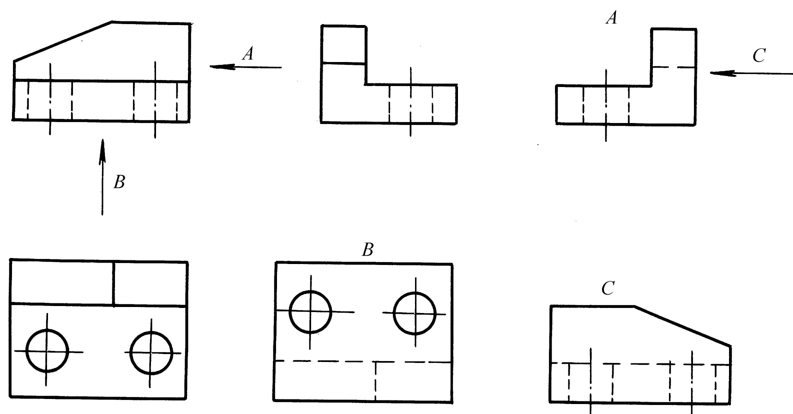


图 2-3

2.1.4 斜视图

斜视图是物体向不平行于基本投影面的平面投射所得的视图，用于表达机件上倾斜结构的真实形状。

斜视图通常按向视图的配置形式配置并标注（图2-5 中的 *A* 视图）。

在必要时，允许将斜视图旋转配置。此时应在该斜视图上方画出旋转符号，表示该视图名称的大写拉丁字母应靠近旋转符号的箭头端（图2-8 中的 *A* 视图）。也允许将旋转角度标注在字母之后（图2-9 中的 *A* 视图）。

旋转符号为带有箭头的半圆，半圆的线宽等于字体笔划宽度，半圆的半径等于字体高度，箭头表示旋转方向。

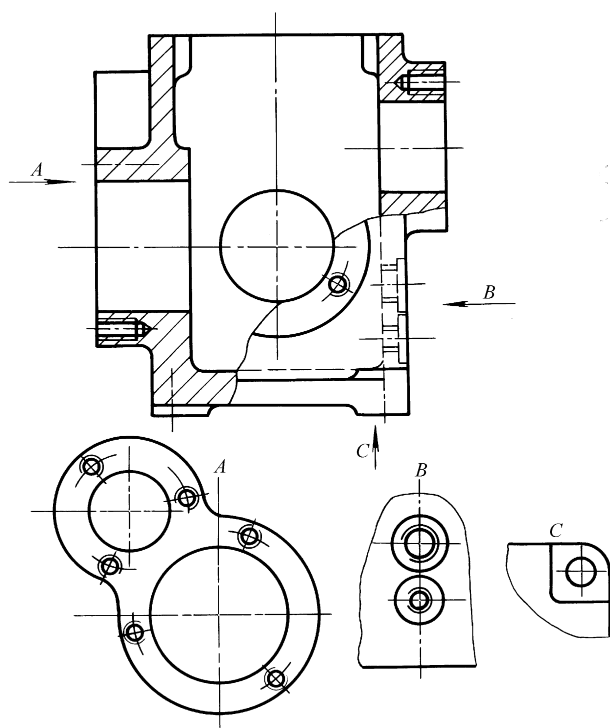


图 2-4

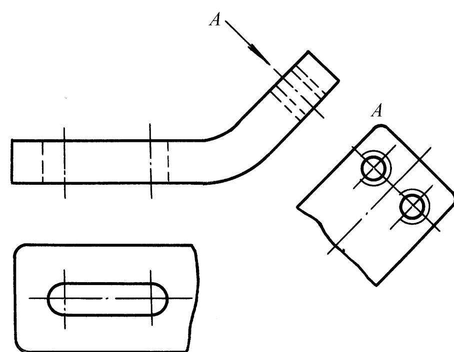


图 2-5

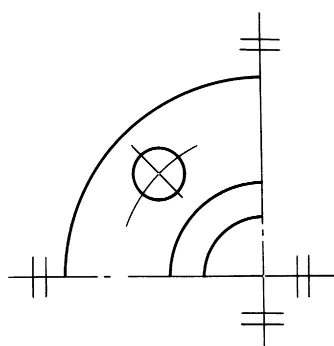


图 2-6

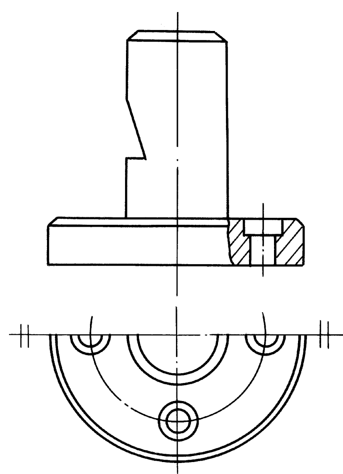


图 2-7

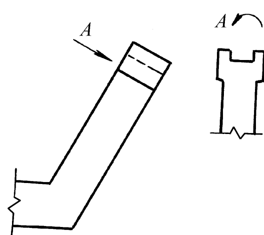


图 2-8

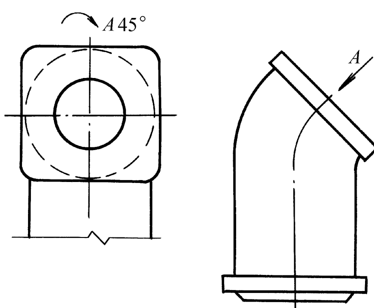


图 2-9

2.2 剖视图

本节根据 GB/T 17452—1998 和 GB/T 4458.6—2002 编写。

2.2.1 剖切面

1. 单一剖切面

单一剖切面可以是平行于某一基本投影面的平面，如图 2-10 所示。也可以是不平行于任何基本投影面的平面（斜剖切面）。

采用斜剖切面所画剖视图常称为斜剖视，其配置和标注方法通常如图 2-11 所示。必要时，允许将斜剖视旋转配置，但必须在剖视图上方标注出旋转符号（同斜视图），剖视图名称应靠近旋转符号的箭头端，如图 2-12 所示。

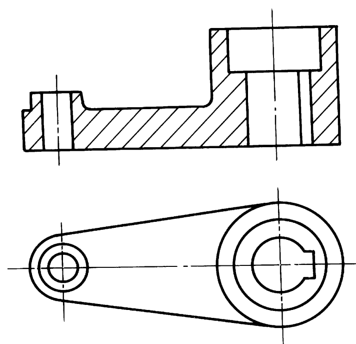


图 2-10

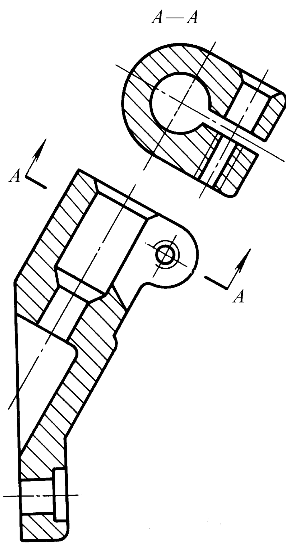


图 2-11

单一剖切面还可采用柱面剖切机件，此时剖视图应按展开的形式绘制，如图 2-13 所示。

2. 几个平行的剖切面

如图 2-14 所示。

采用这种方法画剖视图时，各剖切平面的转折处必须为直角，并且要使表达的内形不相互遮挡，在图形内不应出现不完整的要素。仅当两个要素在图形上具有公共的对称中心线或轴线时，可以各画一半，此时应以对称中心线或轴线为界（图 2-15）。

因为这种剖切方法只是假想地剖开机件，所以设想将几个平行的剖切平面平移到同一位置后，再进行投影。此时，不应画出剖切平面转折处的交线（图 2-16）。

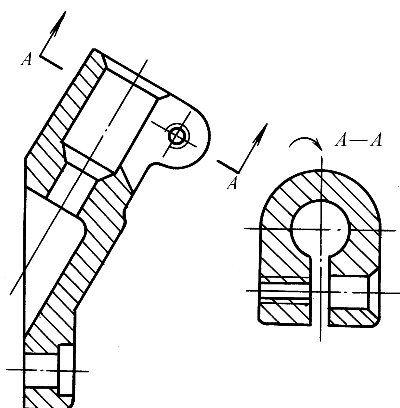


图 2-12

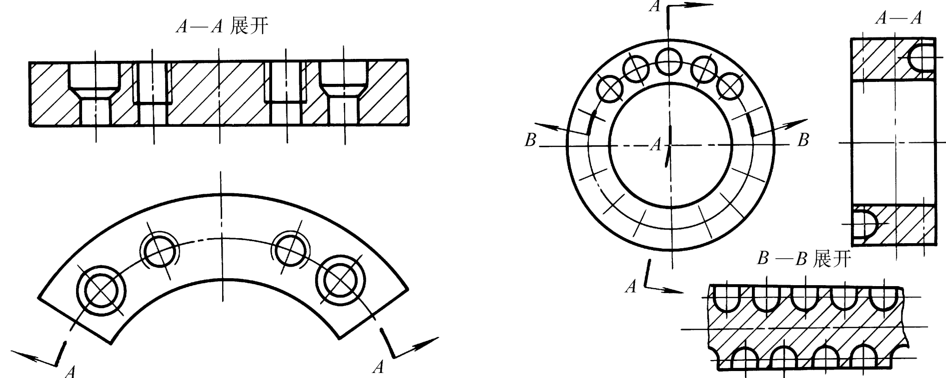


图 2-13

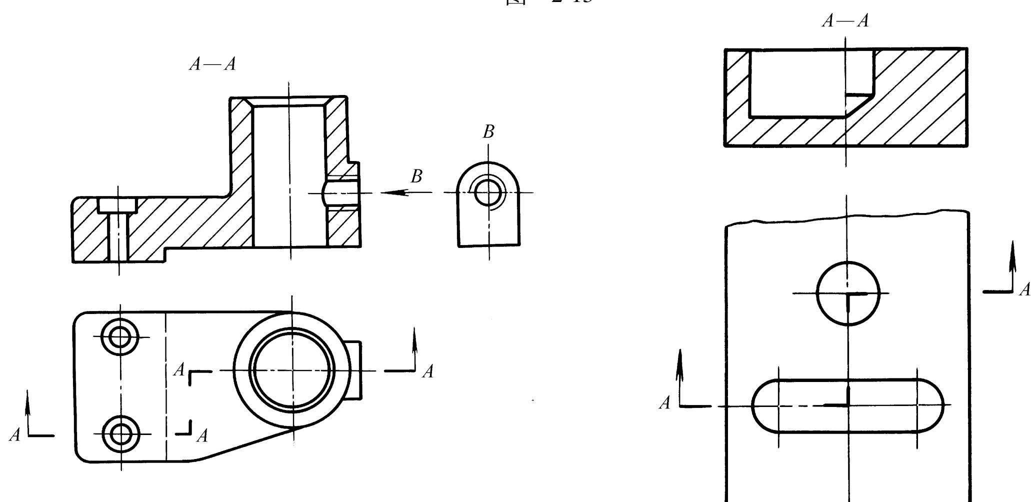


图 2-14

图 2-15

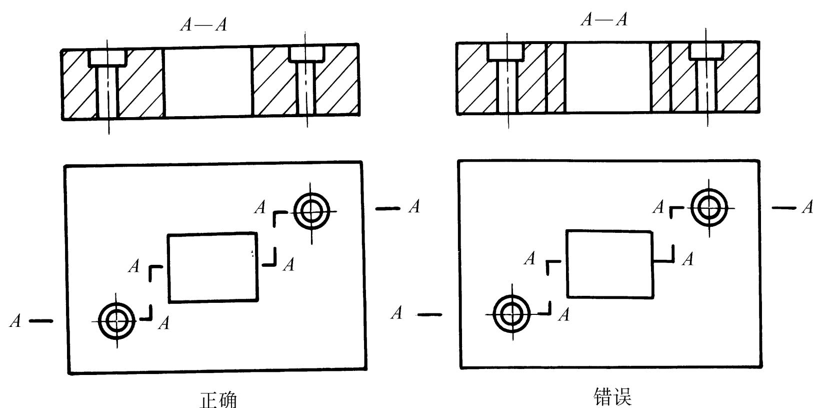


图 2-16

为清晰起见，各剖切平面的转折处不应重合在图形的实线或虚线上（图 2-17）。

3. 几个相交的剖切面（交线垂直于某一投影面）

有如下三种情况：

1）两个相交的平面剖切机件，这种方法称为旋转剖。

采用这种方法画剖视图时，先假想按剖切位置剖开机件，然后将剖开后所显示的结构及其有关部分旋转到与选定的投影面平行，再进行投射（图 2-18、图 2-19）。

在剖切平面后的结构仍按原来的位置投影，如图 2-19 中的油孔。当剖切后产生不完整要素时，应将此部分按不剖绘制，如图 2-20 中的臂。

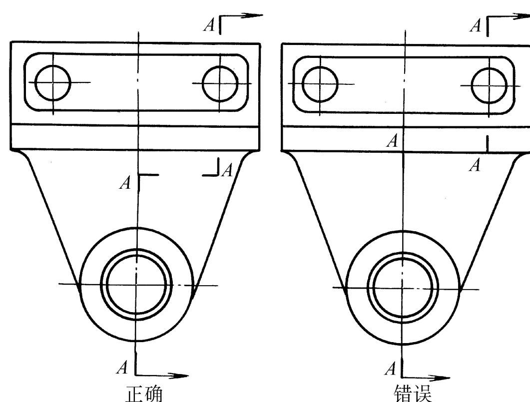


图 2-17

2）连续几个相交的剖切平面进行剖切，此时剖视图应采用展开画法，并在剖视图上方标注“×—×展开”（图 2-21）。

3）相交的剖切面与其他剖切面组合（图 2-22、图 2-23）。

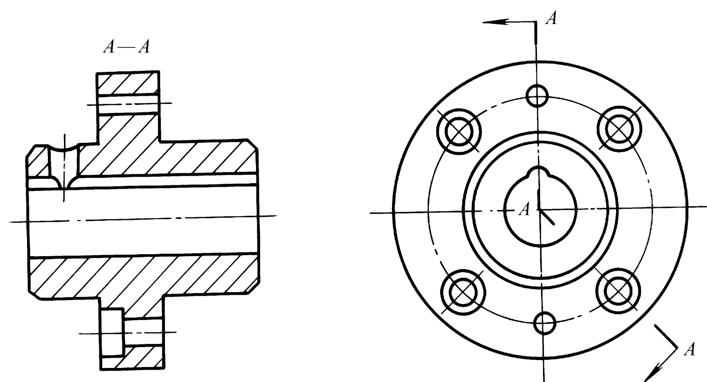


图 2-18

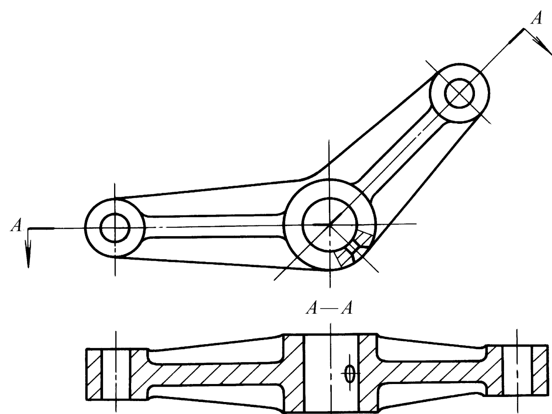


图 2-19

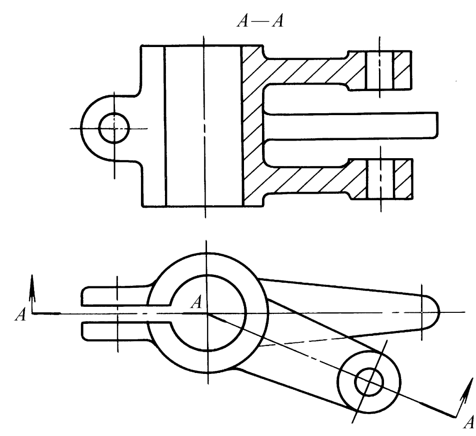


图 2-20

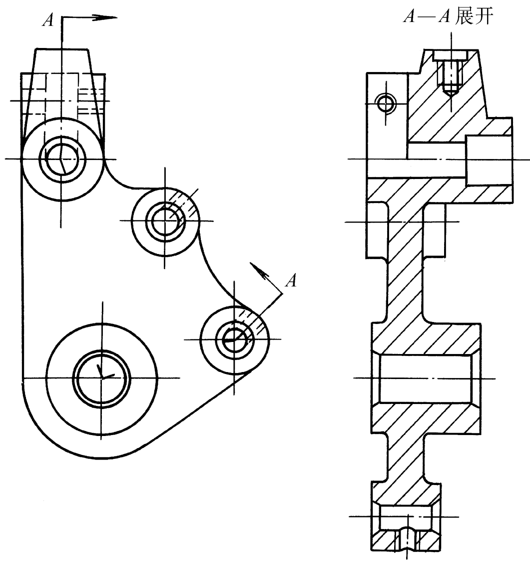


图 2-21

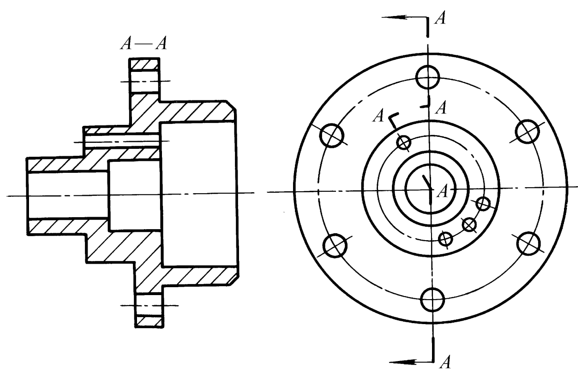


图 2-22

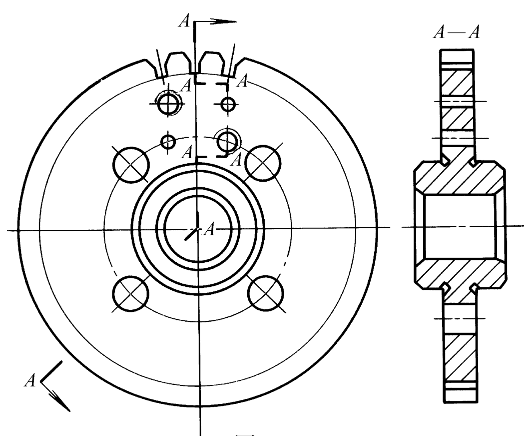


图　2-23

2.2.2　全剖视图

用剖切面完全地剖开物体所得的剖视图称为全剖视图。如图 2-10，图 2-11 ~ 图 2-16 及图 2-18 ~ 图 2-23 中的 *A*—*A* 所示均为全剖视图。

2.2.3　半剖视图

当物体具有对称平面时，向垂直于对称平面的投影面上投射所得的图形，可以对称中心线为界，一半画成剖视图，另一半画成视图，称为半剖视图（图 2-24）。

2.2.4　局部剖视图

用剖切面局部地剖开物体所得的剖视图称为局部剖视图（图 2-25）。

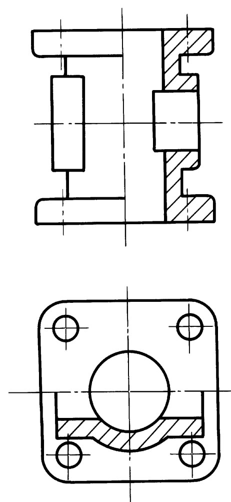


图　2-24

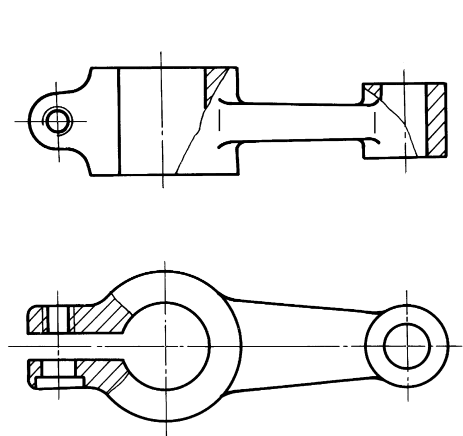


图　2-25

局部剖视图中剖与不剖部分用波浪线（或双折线）分界，波浪线不应和图样上其他图线重合，也不应超出物体的实体（图 2-26）。

当被剖结构为回转体时，允许将该结构的轴线作为局部剖视图中剖与不剖的分界线（图 2-27）。

当需要表达诸如轴、连杆、螺钉等实心零件上的某些孔或槽时，经常使用局部剖视图，如图 2-28 所示。

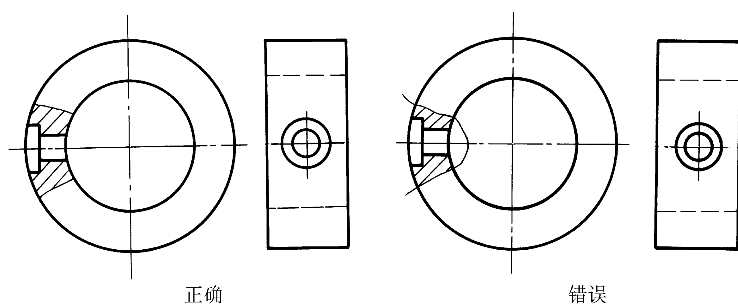


图 2-26

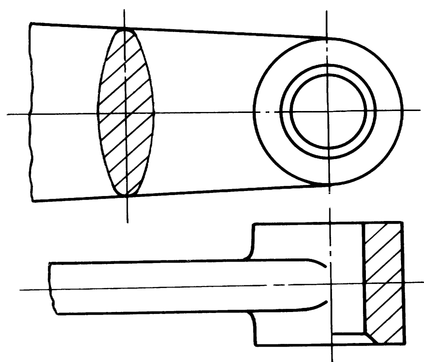


图 2-27

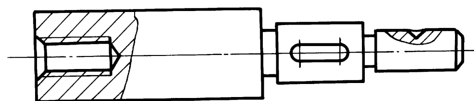


图 2-28

当对称物体在对称中心线处有图线而不便于采用半剖视图时，也以使用局部剖视图为宜，如图 2-29 所示。

2.2.5 剖视图的配置及标注

1）剖视图的配置仍按视图配置的规定。一般按投影关系配置（图 2-30、图 2-31）；必要时允许配置在其他适当位置，但此时必须进行标注。

2）一般应在剖视图上方标注剖视图的名称“×—×”（×为大写拉丁字母）。在相应的视图上用剖切符号表示剖切位置和投射方向，并标注相同字母。

3）剖切符号、剖切线和字母的组合标注如图 2-32a 所示。剖切线也可省略不画，如图 2-32b 所示。

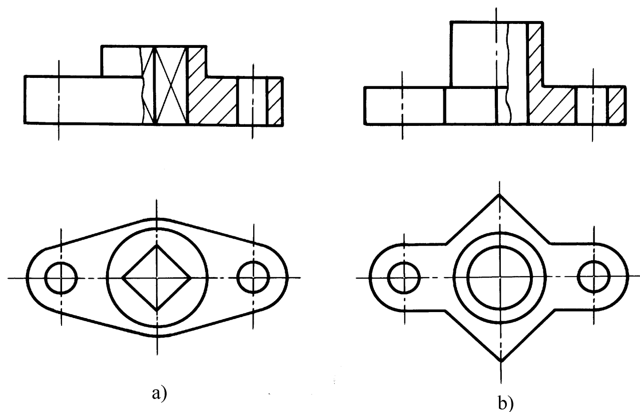


图 2-29

4）剖切符号为粗短画，箭头线为细实线，剖切线为细点画线。

5）剖切符号在剖切面的起迄和转折处均应画出，且尽可能不与图形的轮廓线相交。箭头线应与剖切符号垂直。在剖切符号的起迄和转折处应标记相同的字母，但当转折处地位有限且不致引起误解时，允许省略标注（图 2-15、图 2-19）。不论剖切符号方向如何，字母总是水平书写。

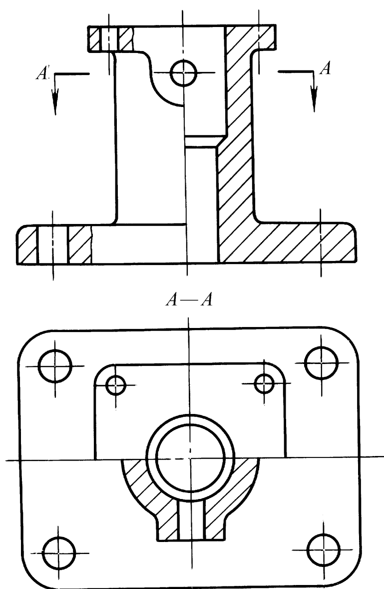


图　2-30

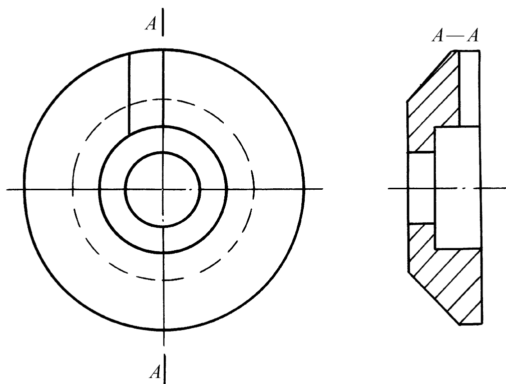
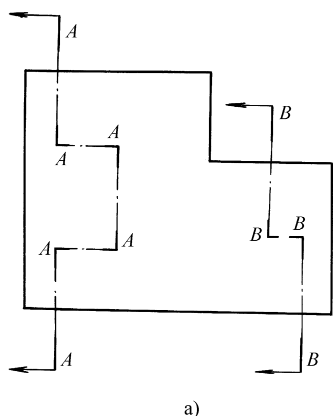
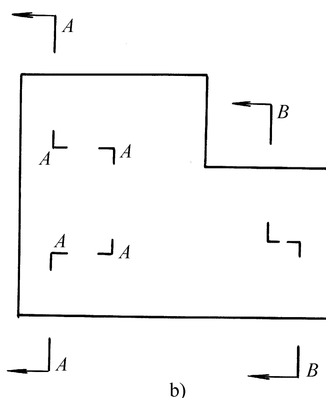


图　2-31



a)



b)

图　2-32

6）当剖视图按投影关系配置，中间又无其他图形隔开时，可省略箭头（图 2-31）。

7）当单一剖切平面重合于机件的对称平面或基本对称的平面，并且剖视图是按投影关系配置，中间又无其他图形隔开时，可省略标注（图 2-10、图 2-24）。

8）当单一剖切平面的剖切位置明显时，局部剖视图的标注可省略（图 2-25）。

9）用几个剖切平面分别剖开机件，得到相同的剖视图时，按图 2-33 的方式标注。

10）用一个公共剖切平面剖开机件，按不同方向投射所得到的两个剖视图，按图 2-34 的方式标注。

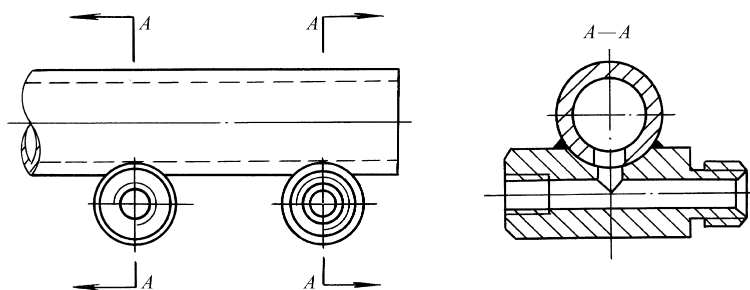


图 2-33

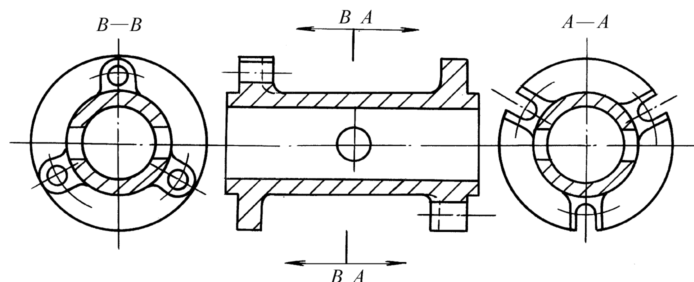


图 2-34

2.3 断面图

本节内容根据 GB/T 17452—1998 和 GB/T 4458.6—2002 编写。

断面图可分为移出断面图和重合断面图。

2.3.1 移出断面图

1）移出断面图的图形应画在视图之外，轮廓线用粗实线绘制。

移出断面图应配置在剖切符号或剖切线的延长线上（图 2-35 ~ 图 2-37），断面图形对称时也可画在视图中断处（图 2-38）。

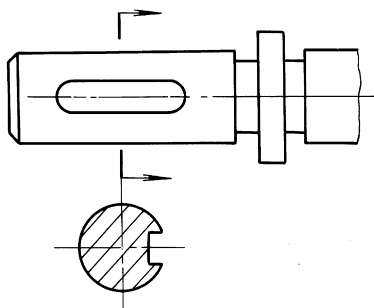


图 2-35

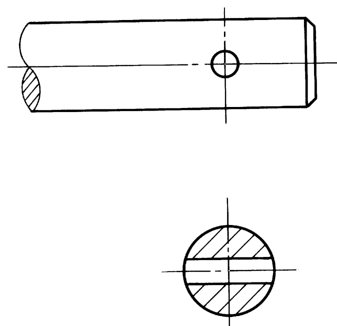


图 2-36

必要时，移出断面图可配置在其他适当位置；在不致引起误解时，允许将图形旋转配置，此时应在断面图上方注出旋转符号，断面图的名称应注在旋转符号的箭头端（图 2-39）。

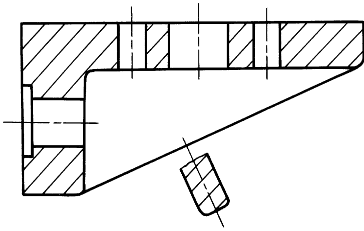


图　2-37

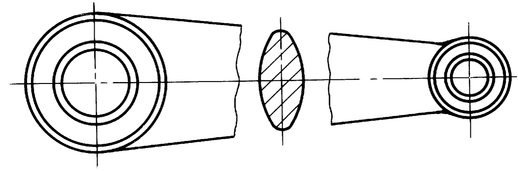


图　2-38

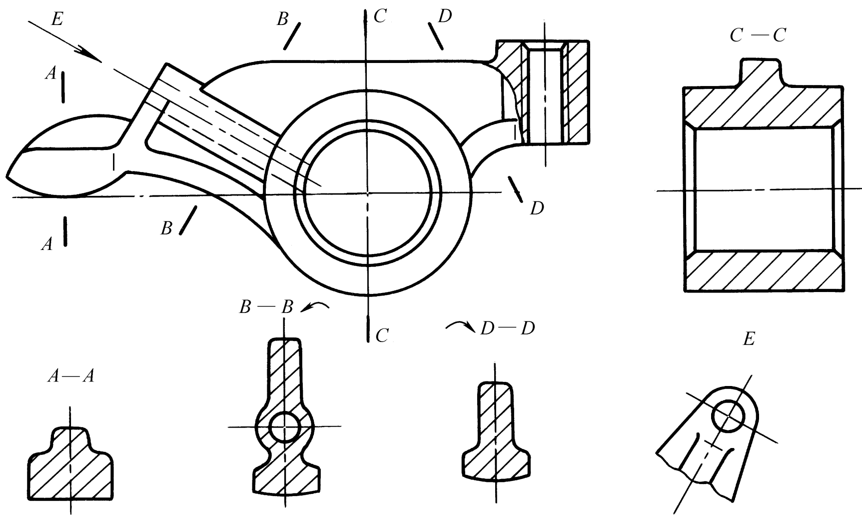


图　2-39

2）由两个或多个相交的剖切平面剖切机件而得到的移出断面，绘制时，图形的中间应断开（图 2-40）。

3）当剖切平面通过回转面形成的孔或凹坑的轴线时，或者通过非圆孔会导致出现完全分离的断面图形时，这些结构应按剖视图绘制（图 2-41）。

2.3.2　重合断面图

重合断面图的图形应画在视图之内，断面轮廓用细实线绘制。

当视图中的轮廓线与重合断面图的图形重叠时，视图中的轮廓线仍应连接画出，不可间断（图 2-42）重合断面图一律不标注。

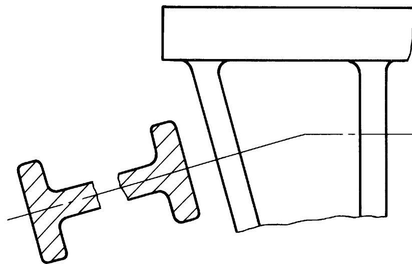


图　2-40

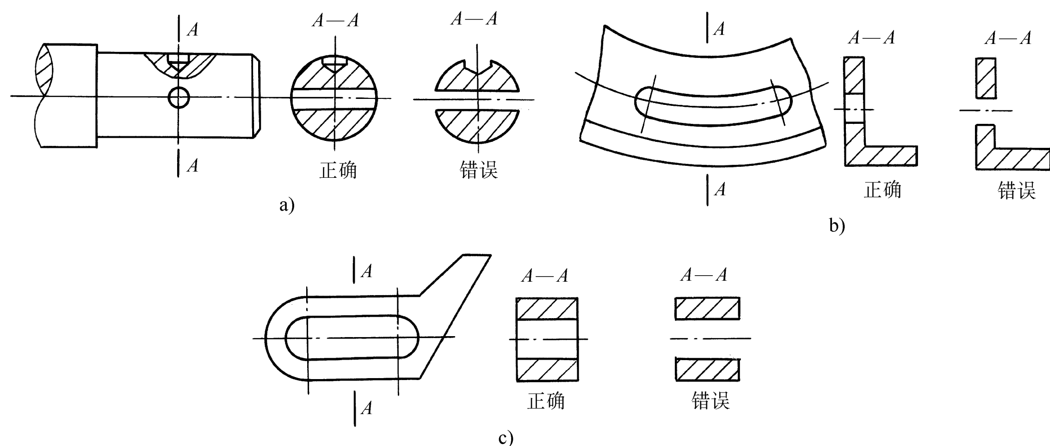


图 2-41

2.3.3 断面图的标注

1）一般应在断面图上方标注断面图的名称“×—×”（×为大写拉丁字母）。在相应的视图上用剖切符号表示剖切位置和投射方向，并标注相同字母（图 2-43）。

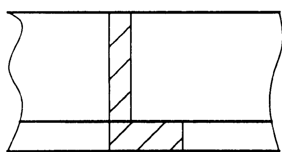


图 2-42

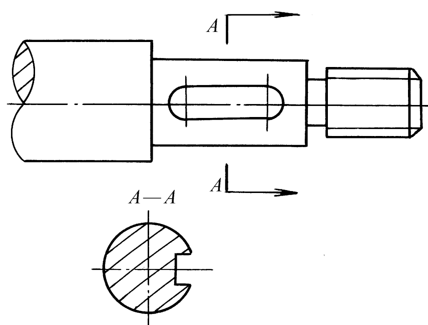


图 2-43

2）配置在剖切符号延长线上的不对称移出断面，可省略字母（图 2-35）。

3）配置在剖切线延长线上的对称移出断面（图 2-36、图 2-37），以及配置在视图中断处的对称移出断面（图 2-38）均可省略标注。

4）不配置在剖切符号延长线上的对称移出断面（图 2-39），以及按投影关系配置的不对称移出断面（图 2-44），均可省略箭头。

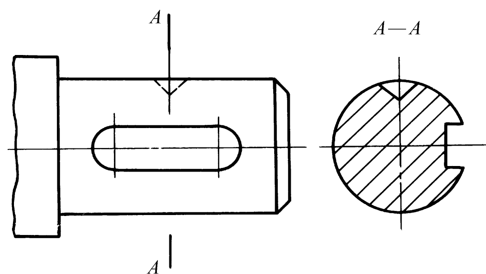


图 2-44

2.4 规定画法和简化画法

本节内容根据 GB/T 17452—1998 和 GB/T 4458.1—2002 编写。

2.4.1 剖视图和断面图中的规定画法

1）对于机件的肋、轮辐及薄壁等，如按纵向剖切，这些结构都不画剖面符号，而用粗实线将它与其邻接部分分开（图 2-45、图 2-46）。

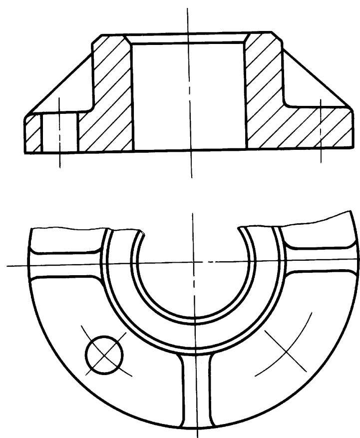


图 2-45

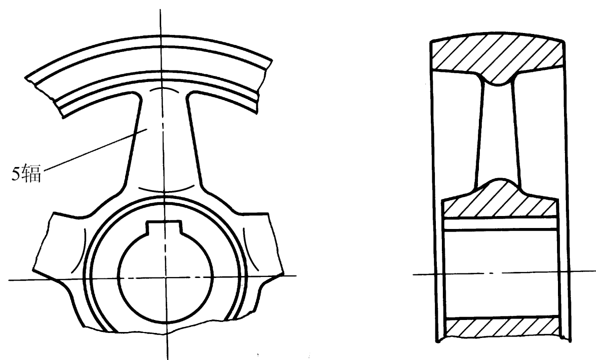


图 2-46

当肋板或轮辐上的部分内形需要表示时，可画成局部剖视图，如图 2-47 所示的斜孔。

2）当零件回转体上均匀分布的肋、轮辐、孔等结构不处于剖切平面上时，可将这些结构旋转到剖切平面上画出，如图 2-45 所示小孔的画法和图 2-47 所示肋的画法。

3）在剖视图的剖面区域中可再做一次局部剖视图，两者剖面线应同方向、同间隔，但要互相错开，并用引出线标注局部剖视图的名称，如图 2-48。

4）在不致引起误会的情况下，剖面符号可省略，如图 2-49 所示。

5）用一系列断面图表示机件上较复杂的曲面时，可只画出断面图轮廓，并可配置在同一个位置上（图 2-50）。

2.4.2 局部放大图

1）局部放大图可画成视图、剖视图或断面图，与原视图上被放大部分的表达方式无关（图 2-51）。局部放大图应尽量配置在被放大部位的附近。

2）绘制局部放大图时，除螺纹牙型、齿轮和链轮的齿形外，应将被放大部分用细实线圈出。若

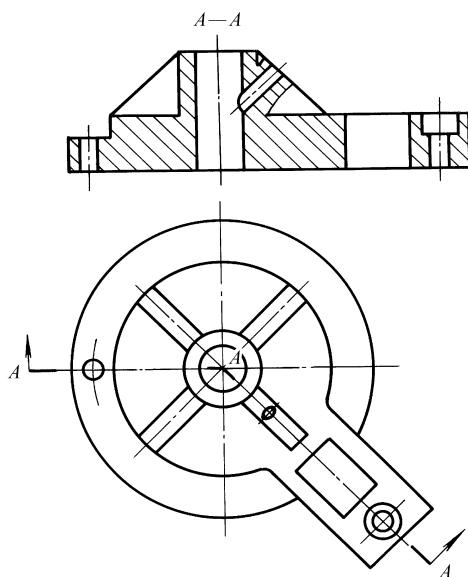


图 2-47

在同一机件上有几处需要放大画出时，用罗马数字标明放大部位的顺序，并在相应的局部放大图的上方标出相应的罗马数字及所用比例，以便区别（图 2-51）。若机件上只有一处需要放大时，只需在局部放大图的上方注明所采用的比例（图 2-52）。

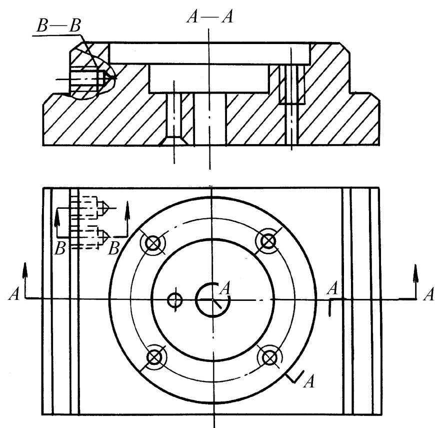


图 2-48

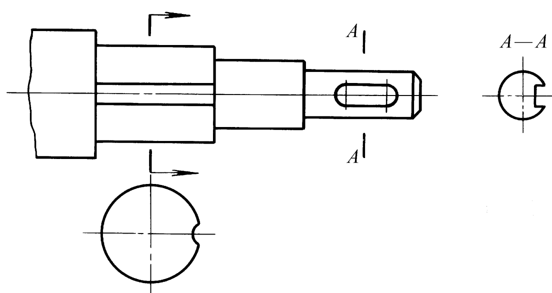


图 2-49

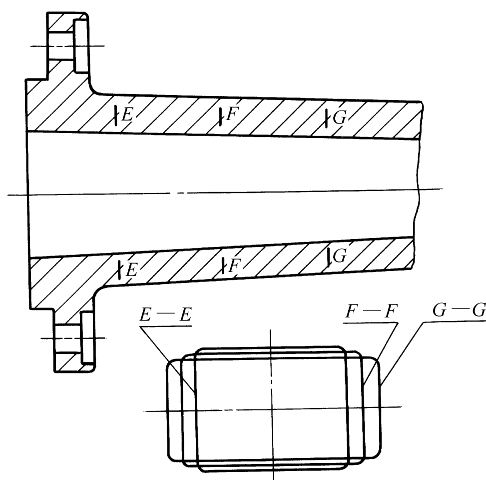


图 2-50

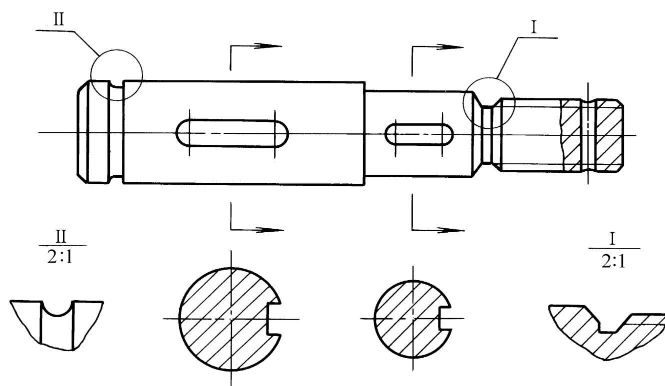


图 2-51

3）同一机件上不同部位的局部放大图，当其图形相同或对称时，只需画出其中的一个（图 2-53），并在几个被放大的部位标注同一罗马数字。

4）必要时可用几个视图表达同一个被放大部位的结构（图 2-54）。

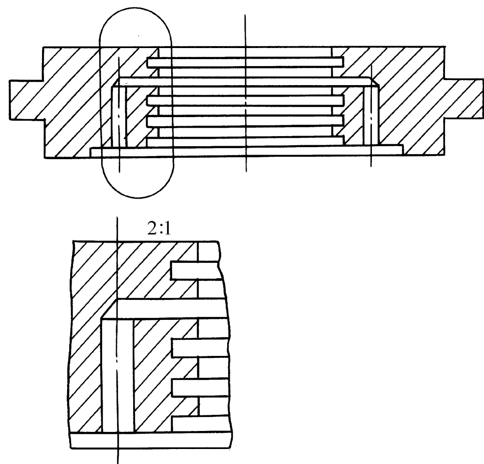


图　2-52

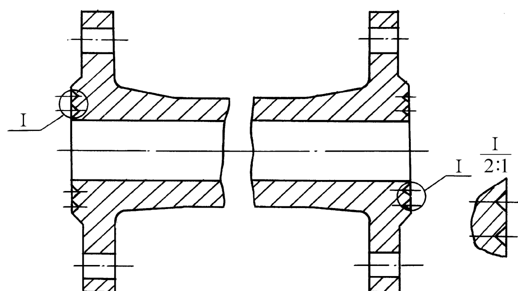


图　2-53

2.4.3　重复性结构的画法

1）当机件具有若干相同结构（如齿、槽等）并按一定规律分布时，只需画出几个完整的结构，其余用细实线连接，但必须注明该结构的总数（图 2-55、图 2-56）。

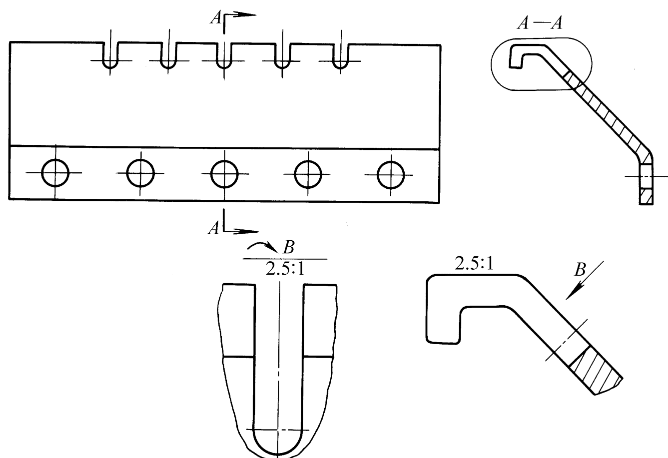


图　2-54

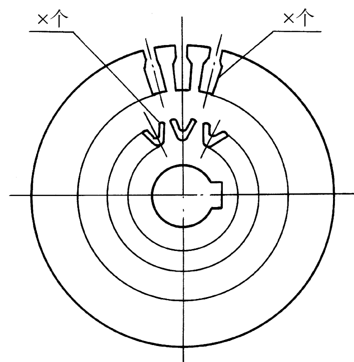


图　2-55

在剖视图中，类似牙嵌式离合器的齿等相同结构，可按图 2-57 的方式表示。

2）若干直径相同并按规律分布的孔、管道等，可以仅画出一个或几个，其余只需表明其中心位置（图 2-58、图 2-59）。

2.4.4　按圆周分布的孔的画法

圆盘形法兰和类似结构上按圆周均匀分布的孔，可按图 2-60 所示的方式表示。

2.4.5　网状物及滚花表面的画法

网状物、编织物或机件上的滚花部分，可在轮廓线之内示意地画出一部分粗实线网状结

构，并加旁注或在技术要求中注明这些结构的具体要求（图 2-61、图 2-62）。

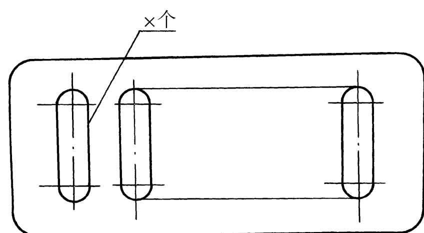


图　2-56

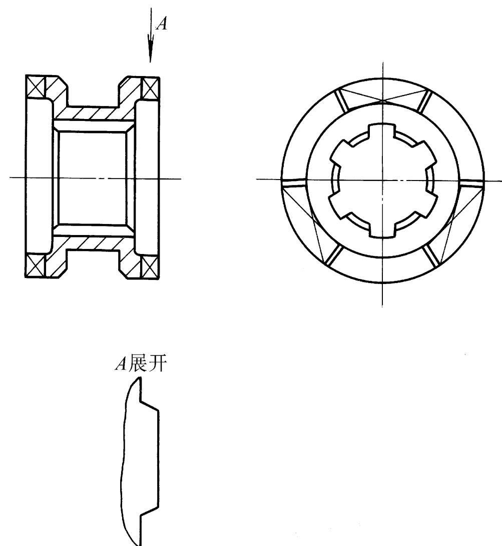


图　2-57

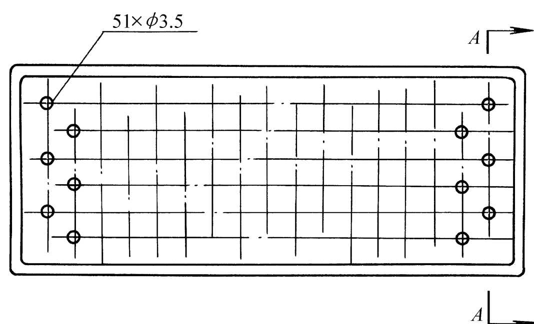


图　2-58

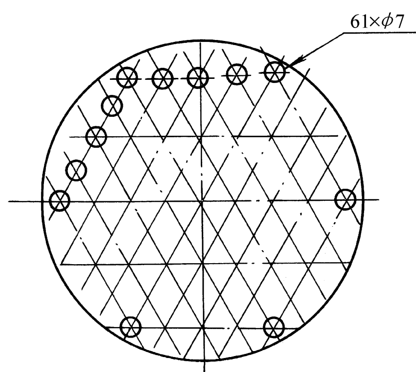


图　2-59

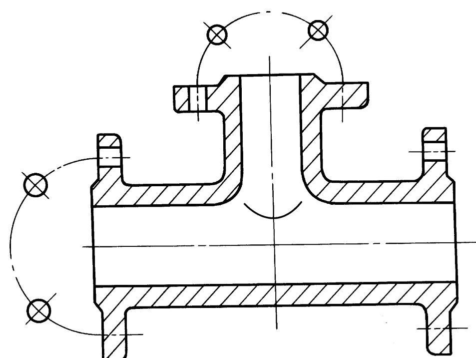


图　2-60

2.4.6　断裂的画法

较长的机件（轴、杆、型材、连杆等）沿其长度方向的形状一致或按一定规律变化时，可断开后缩短绘制（图 2-63 ~ 图 2-65）。折断线一般采用波浪线或双折线（均为细实线）。

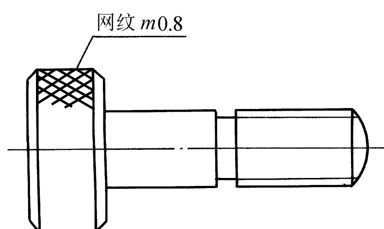


图 2-61

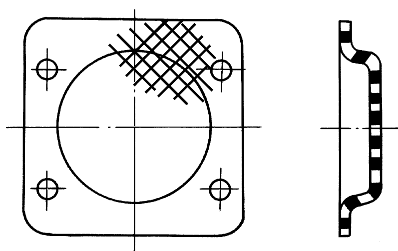


图 2-62

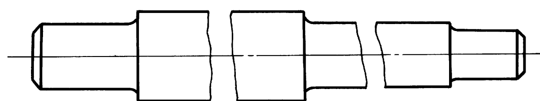


图 2-63

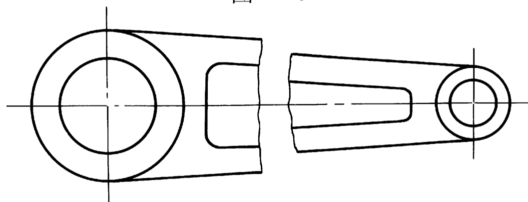


图 2-64

2.4.7 一些细部结构的画法

1）机件上的小平面在图形中不能充分表达时，可用平面符号（相交的两条细实线）表示（图 2-66 ~ 图 2-68）。

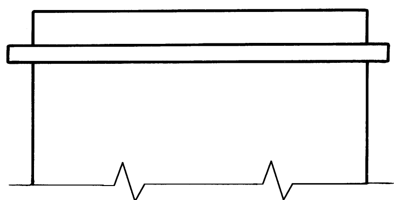


图 2-65

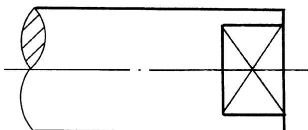


图 2-66

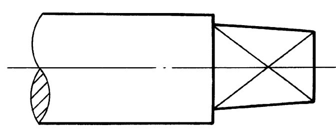


图 2-67

2）在不会引起误解时，非圆曲线的过渡线及相贯线允许简化为圆弧或直线（图 2-69、图 2-70）。

3）零件上个别的孔、槽等结构可用简化的局部视图表示其轮廓实形（图 2-71 ~ 图 2-72）。

4）与投影面倾斜角度等于或小于 30°的圆或圆弧，其投影可用圆或圆弧代替（图 2-73）。

5）类似于图 2-74、图 2-75 所示机件上较小的结构，若已在一个图形中表示清楚，在其他图形中可简化或省略。

6）在不会引起误解时，机件上的小圆角、小倒圆或 45°小倒角，在图上允许省略不画，但必须注明其尺寸或在技术要求中加以说明（图 2-76 ~ 图 2-78）。

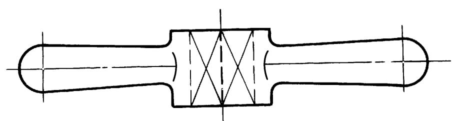


图 2-68

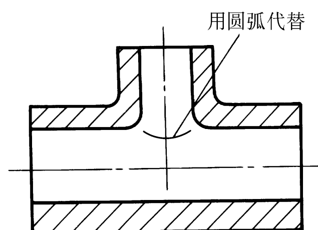


图 2-69

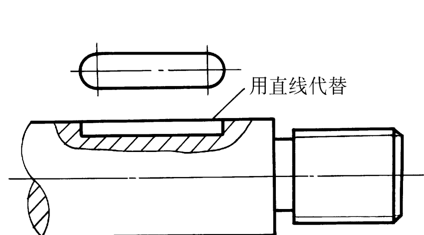


图 2-70

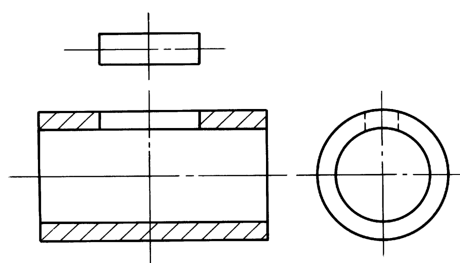


图 2-71

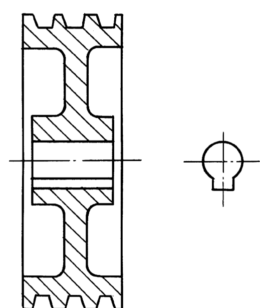


图 2-72

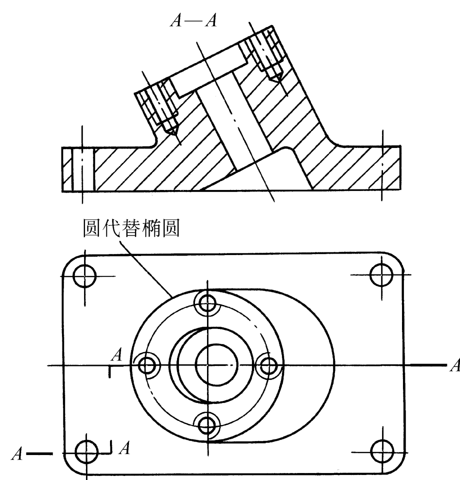


图 2-73

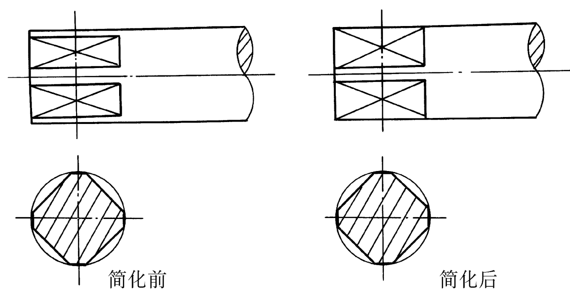


图 2-74

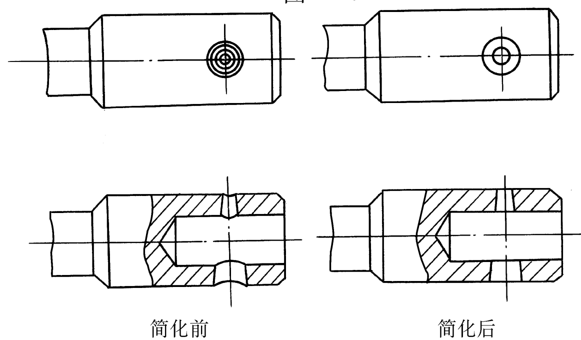


图 2-75

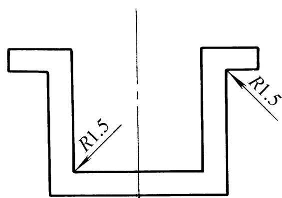


图　2-76

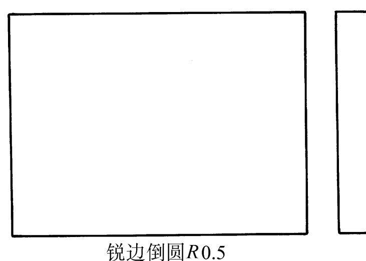


图　2-77

7）机件上的环面小圆角，在垂直于其轴线的视图上按无圆角处理（图 2-79）。

8）机件上斜度不大的结构，如在一个图形中已表达清楚时，其他图形可按小端画出（图 2-80）。

2.4.8　假想画法

在需要表示位于剖切平面之前的结构时,这些结构可按假想投影的轮廓线（双点画线）画出（图 2-81）。

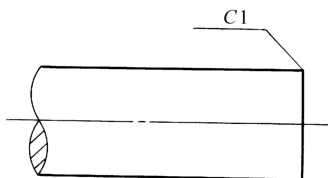


图　2-78

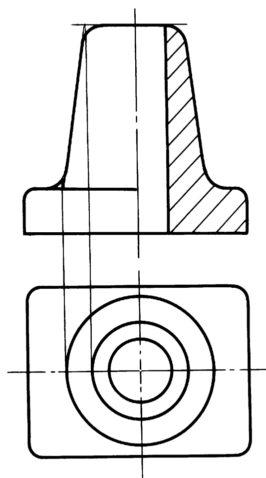


图　2-79

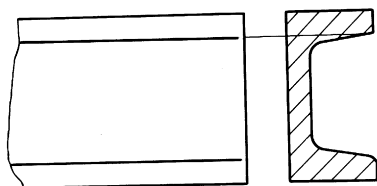


图　2-80

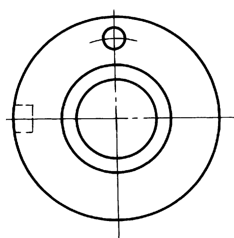
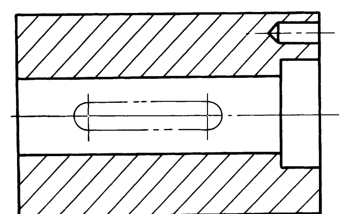



图　2-81

2.5　装配图中的一些画法

2.5.1　装配图中视图和剖视图的几种特定画法

1）在装配图中，对于紧固件以及轴、连杆、球、钩子、键、销等实心零件，若按纵向剖切，且剖切平面通过其对称平面或轴线时，这些零件均按不剖绘制。若需要特别表明这些零件的某些结构，如凹槽、键槽、销孔等，可采用局部剖视图（图 2-82）。

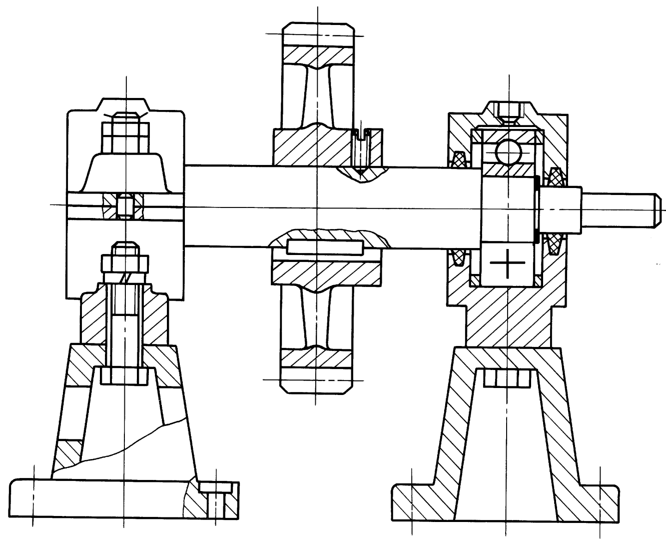


图 2-82

2）在装配图的剖视图中，可假想沿某些零件的结合面剖切（图 2-83：*A*—*A*）。在这种情况下，对于沿其结合面剖切的零件不应画剖面符号，犹如只把部件沿结合面分开。也可假想将某些零件拆卸后画出，需要说明时可加注“拆去××等”（图 2-84）。

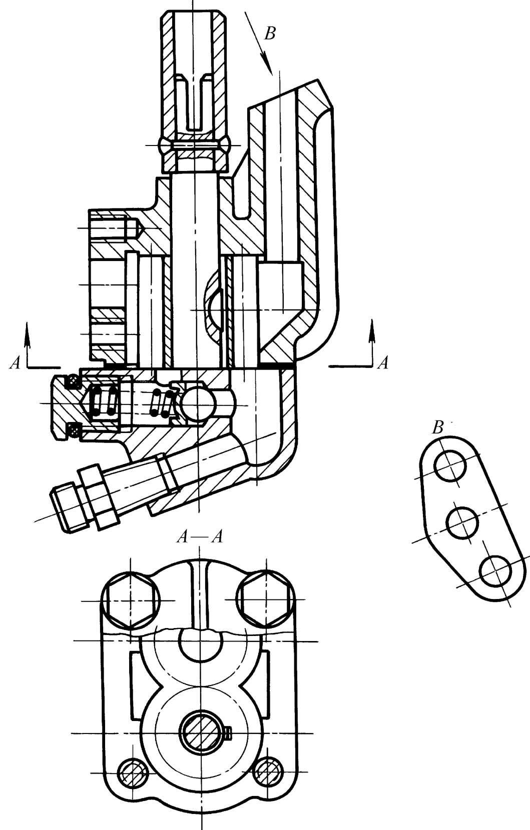


图 2-83

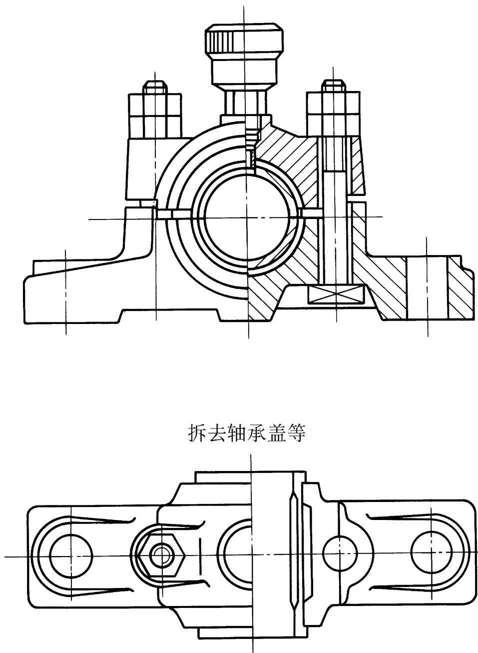


图 2-84

3）在装配图中可以单独画出某一零件的某一视图，但必须在所画视图的上方注出该零件的名称或件号以及视图名称，在装配图相应视图的附近用箭头指明投影方向，并注上同样的字母（图 2-85 中的泵盖 *B* 向视图）。

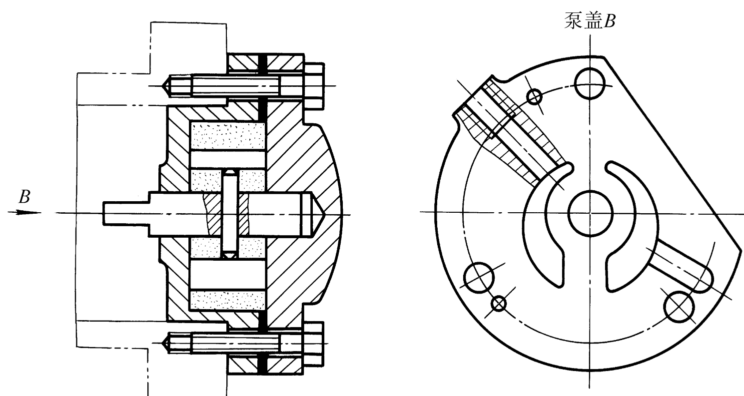


图　2-85

4）被网状物挡住的部分按不可见轮廓绘制。

5）在装配图的剖视图中，当剖切平面通过的某些部件为标准产品或该部件已由其他图形表示清楚时，可按不剖绘制，如图 2-84 中的油杯。

2.5.2　装配图中的简化画法

1）零件的工艺结构，如小圆角、倒角、退刀槽等可不画出（图 2-86）。

2）若干相同的零件组，如螺栓联接等，可仅画出一组或几组，其余各组只需表明其装配位置，如图 2-86、图 2-87 中的中心线。

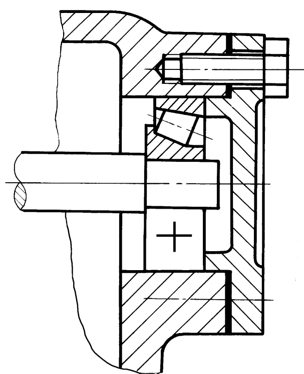


图　2-86

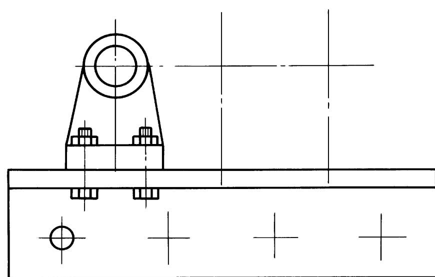


图　2-87

2.5.3　装配图中的规定画法

1）用细实线表示带传动中的带（图 2-88），用点画线表示链传动中的链条(图 2-89)。

2）在锅炉、化工设备等的装配图中，可用点画线表示密集的管子（图 2-90）。

3）必要时，用双点画线画出相邻的辅助零（部）件。这些辅助零（部）件一般不应遮盖其后面的零（部）件（图 2-91）。

4）运动的零件如需表示其极限位置时，可用双点画线绘制（图 2-92）。

5）由透明材料制成的物体均按不透明物体绘制。对于供观察用的刻度、字体、指针、液面等按可见轮廓线绘制（图 2-93）。

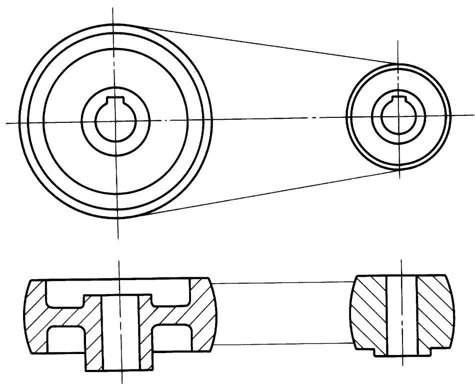


图 2-88

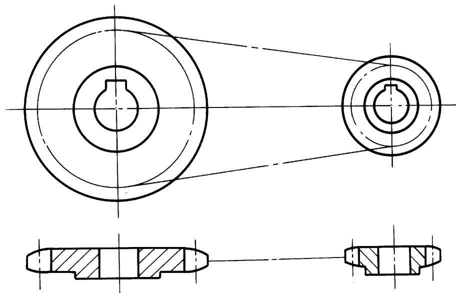


图 2-89

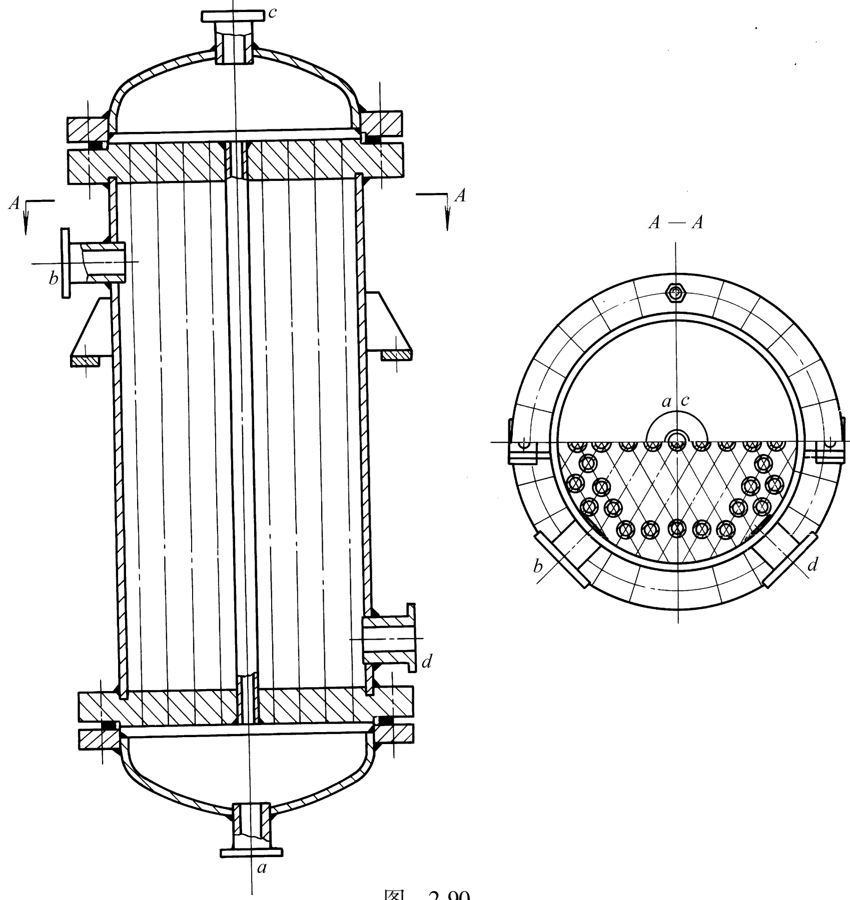


图 2-90

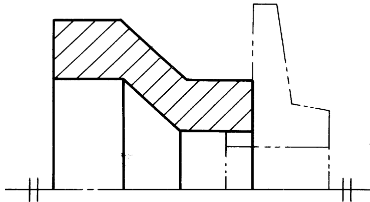


图 2-91

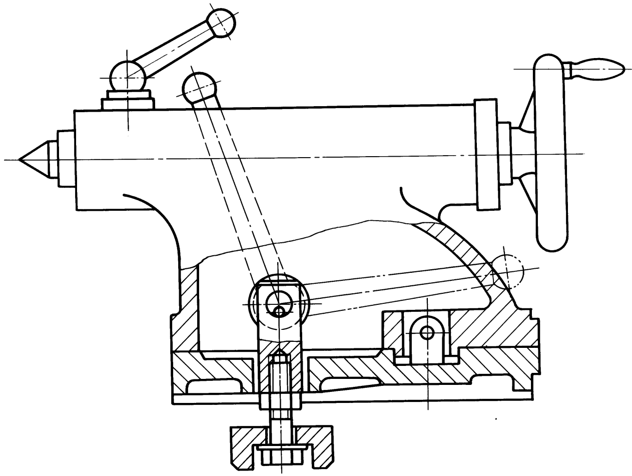


图 2-92

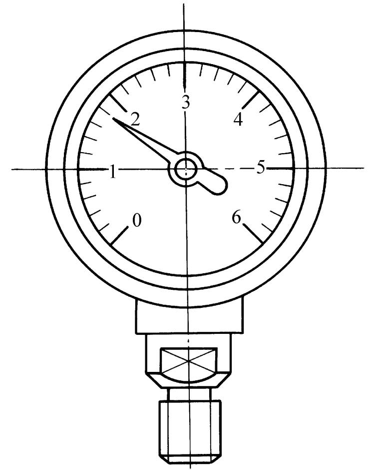


图 2-93

2.6 第三角投影法简介

1）第三角投影法和第一角投影法一样，都是平行正投影法。

2）在第三角投影法和第一角投影法中，观察者、物体和投影面的相对位置不同，如图 2-94、图 2-95 所示：

第一角投影：观察者→物体→投影面

第三角投影：观察者→投影面→物体

3）第一角投影法和第三角投影法的 6 个基本投影面的展开方式和 6 个基本视图的配置不同，如图 2-96、图 2-97 所示。

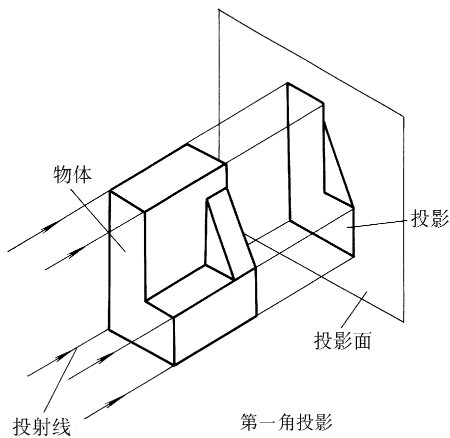


图 2-94

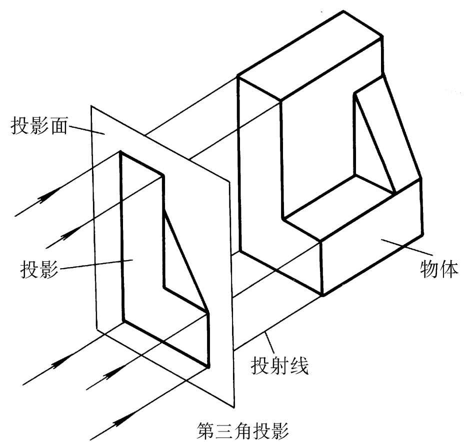
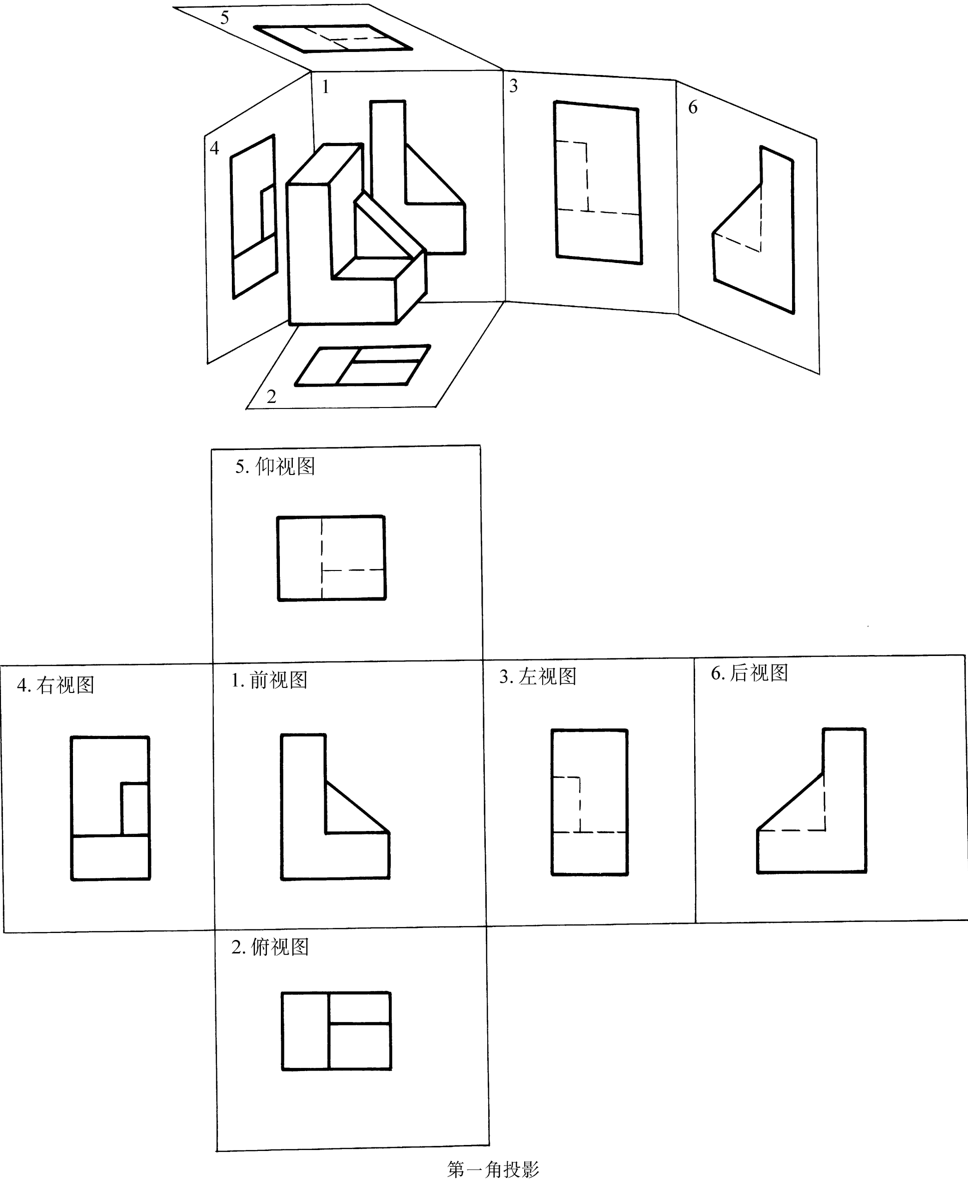


图 2-95



第一角投影

图 2-96

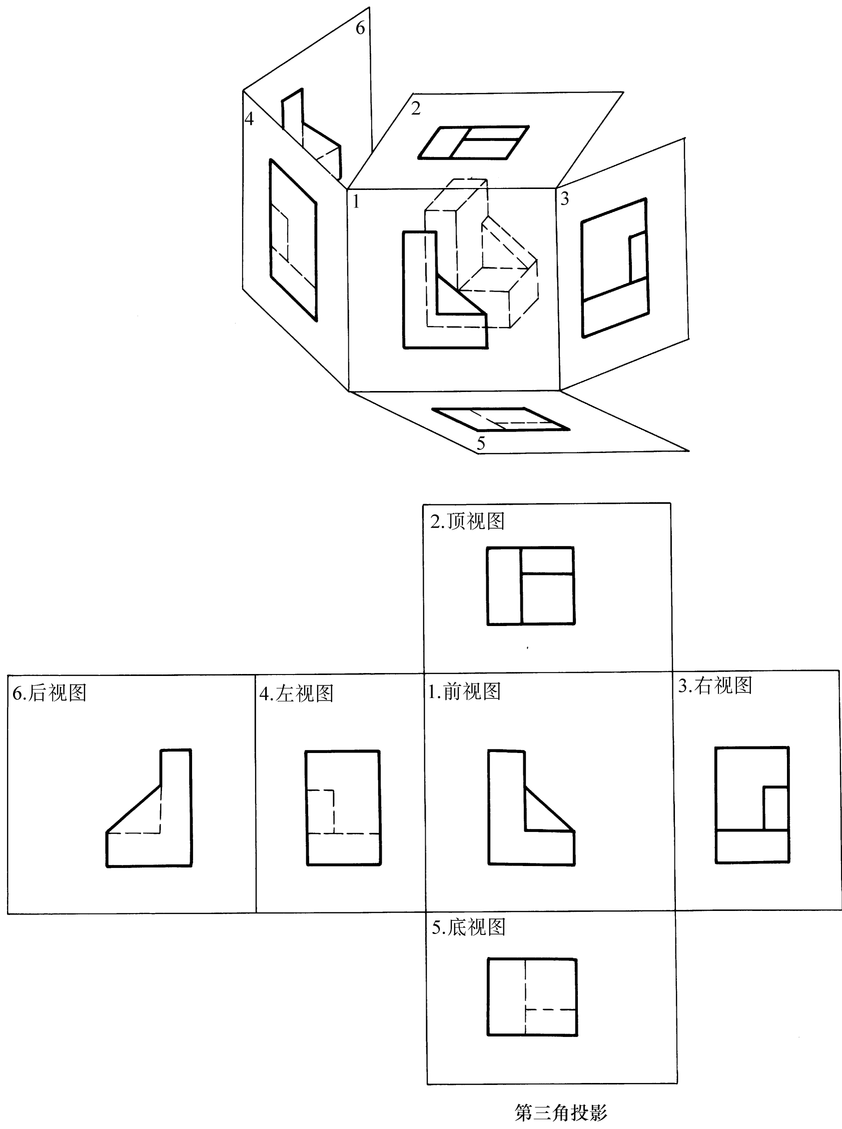


图 2-97

第3章　尺 寸 注 法

3.1　尺寸标注的基本规定

本章内容根据 GB/T 4458.4—2003 及 GB/T 16675.2—1996 编写。

3.1.1　尺寸线、尺寸界线

（1）尺寸线和尺寸界线均以细实线画出。

（2）线性尺寸的尺寸线应平行于所表示长度（或距离）的线段（图 3-1a）。

（3）图形的轮廓线、中心线或它们的延长线，可以用作尺寸界线，但不能用作尺寸线（图 3-1a、b）。

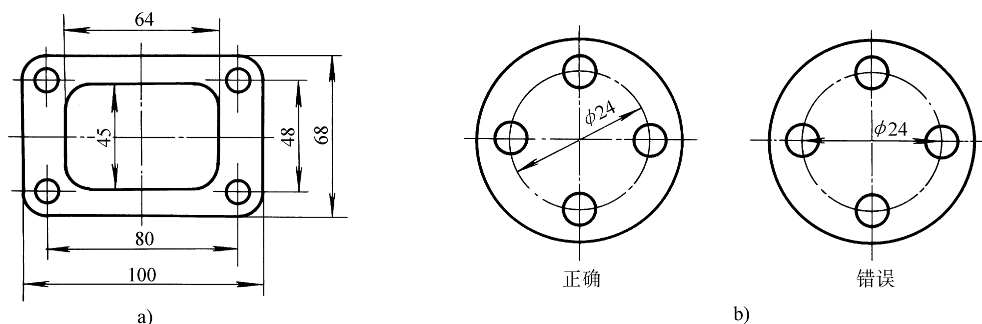


图　3-1

（4）尺寸界线一般应与尺寸线垂直。当尺寸界线过于贴近轮廓线时，允许将其倾斜画出。在光滑过渡处，需用细实线将轮廓线延长，从其交点引出尺寸界线（图 3-2）。

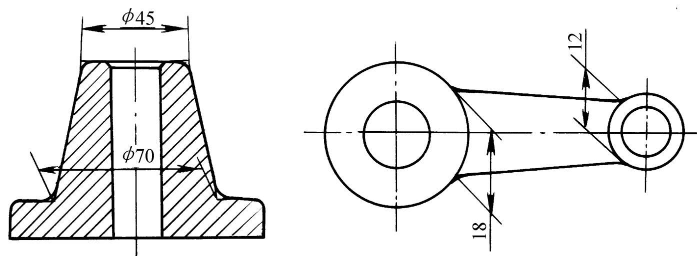


图　3-2

（5）尺寸线的终端为箭头，箭头的画法见图 3-3a，图中 d 为粗实线宽度。线性尺寸线的终端允许采用斜线，其画法如图 3-3b 所示，图中 h 为字高。当采用斜线时，尺寸线与尺寸界线必须垂直（图 3-4）。同一张图样，尺寸线的终端只能采用一种形式。

（6）对于未完整表示的要素，可仅在尺寸线的一端画出箭头，但尺寸线应超过该要素的中心线或断裂处（图 3-5）。

3.1.2 尺寸数字

（1）线性尺寸数字的方向应按图 3-6 所示的方式注写，并尽量避免在图上所示 30°范围内标注尺寸，无法避免时，可按图 3-7 的方式标注。

图 3-3

图 3-4

图 3-5

图 3-6

图 3-7

允许将非水平方向的尺寸数字水平地注写在尺寸线的中断处（图 3-8）。

（2）尺寸数字不可被任何图线通过。不可避免时，需把图线断开（图 3-9）。

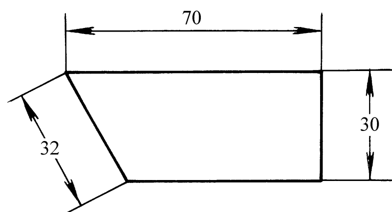


图　3-8

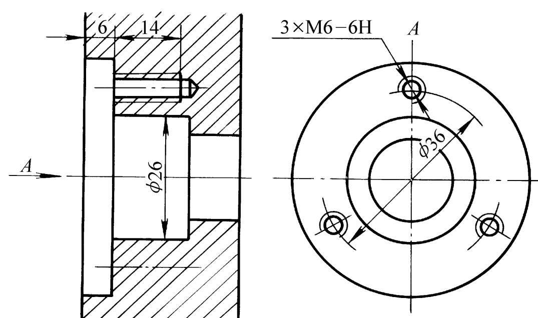


图　3-9

3.1.3　直径及半径尺寸的注法

（1）直径尺寸的数字之前应加注符号“ϕ”（图 3-10）。

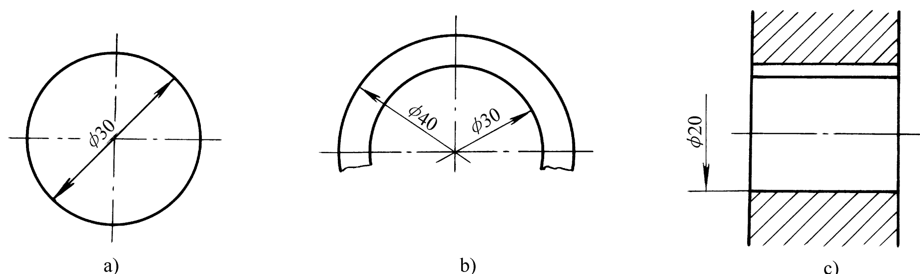


图　3-10

（2）半径尺寸的数字之前应加注符号“R”，其尺寸线应通过圆弧的中心（图 3-11）。

（3）半径尺寸应注在投影为圆弧的视图上（图 3-12）。

（4）当圆弧半径过大，或在图纸范围内无法注出圆心位置时，可按图 3-13a 的形式标注半径尺寸。图 3-13b 是不需要标注圆心位置的注法。

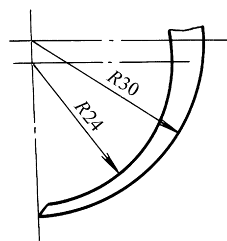


图　3-11

3.1.4　弦长及弧长尺寸的注法

（1）弦长和弧长的尺寸界线应平行于该弦（或该弧）的垂直平分线（图 3-14a、b）。当弧度较大时，可沿径向引出尺寸界线（图 3-14c）。

（2）弦长的尺寸线为直线，弧长的尺寸线为圆弧。

（3）弧长的尺寸数字前方，须用细实线画出符号“⌒”（图 3-14b、c）。

3.1.5　球面尺寸的注法

标注球面的直径和半径时，应在符号“ϕ”和“R”前再加注符号“S”（图 3-15a、b）。

对于螺钉、铆钉的头部、轴（包括螺杆）及手柄的端部等，在不致引起误解时，可省略符号“S”（图 3-15c、d）。

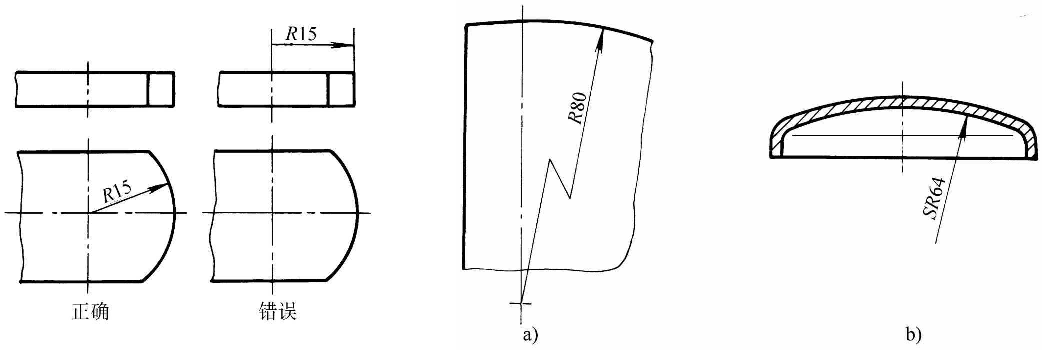


图 3-12　　　　图 3-13

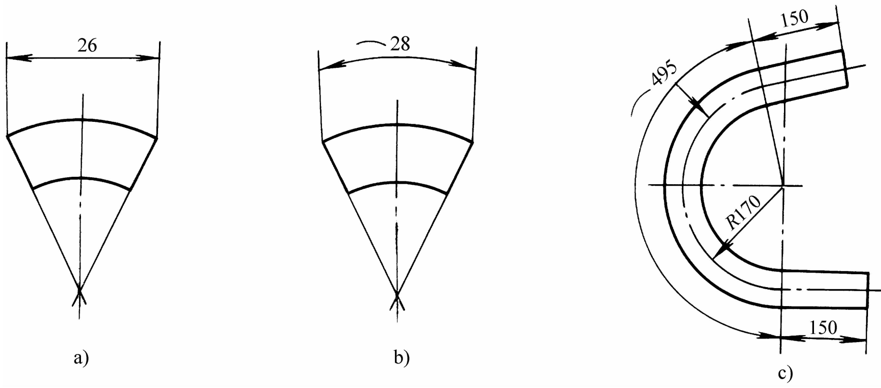


图 3-14

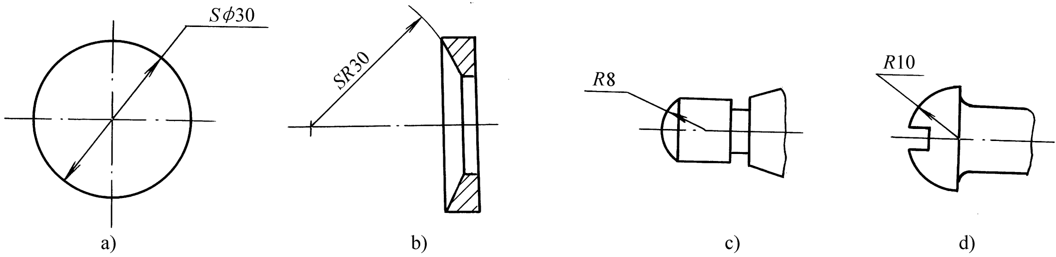


图 3-15

3.1.6 正方形结构尺寸的注法

对于正截面为正方形的结构，可在正方形边长尺寸之前加注符号“□”或以“边长×边长”的形式标注其尺寸（图 3-16）。

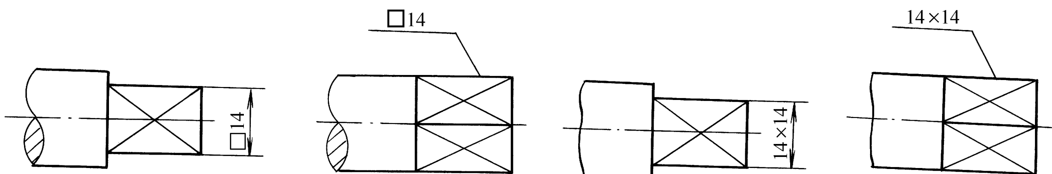


图 3-16

3.1.7 角度尺寸的注法

（1）角度尺寸的尺寸界线应沿径向引出，尺寸线应画成圆弧，其圆心是该角的顶点，尺寸线的终端应画成箭头（图 3-17）。

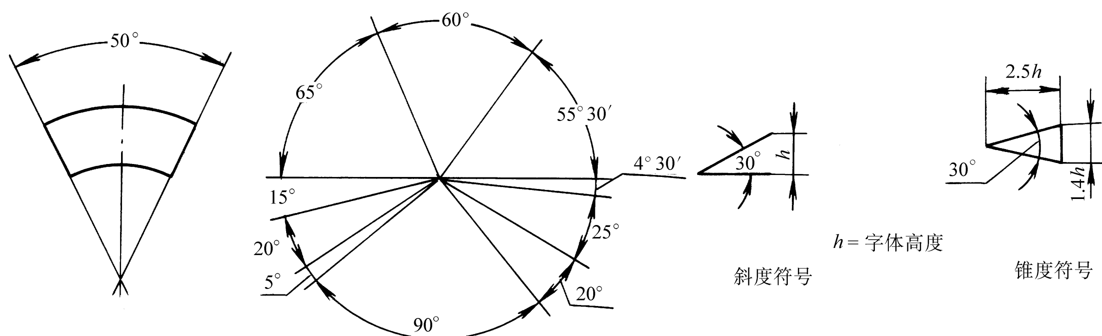


图 3-17　　图 3-18

（2）角度的数字一律写成水平方向，一般注写在尺寸线的中断处，必要时可按图 3-17 的形式标注。

3.1.8 斜度及锥度的注法

斜度及锥度的符号如图 3-18 所示，用粗实线画出。图 3-19 是斜度及锥度的标注示例，符号的方向应与斜度、锥度方向一致，必要时可在括号中给出锥度的角度值。

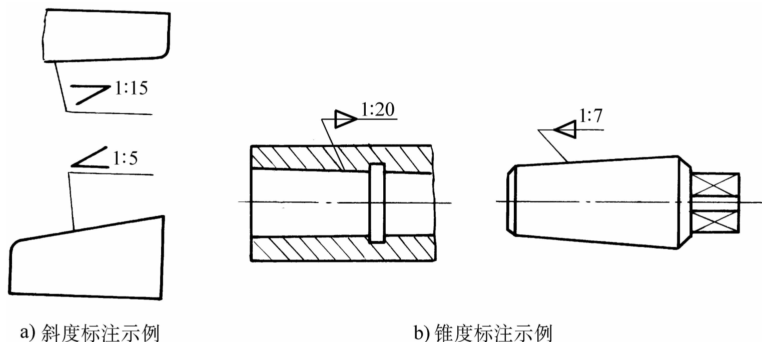


图 3-19

3.1.9 厚度尺寸的注法

对于板状零件，在不显示其厚度的图形上标注厚度尺寸时，应在尺寸数字之前加注符号“t”（图 3-20）。

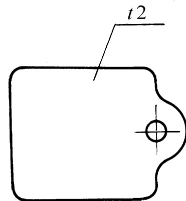


图 3-20

3.1.10 小部位尺寸的注法

在没有足够的位置画箭头或注写尺寸数字时，可按图 3-21 的形式标注尺寸。

3.1.11 参考尺寸的注法

标注参考尺寸时，应将尺寸数字加上圆括号（图 3-22）。

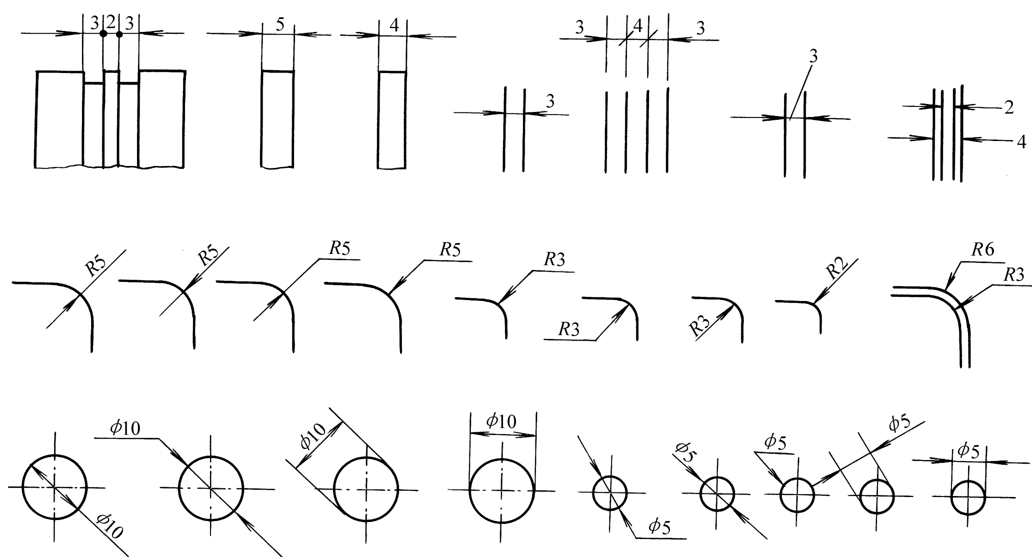


图 3-21

3.1.12 对称结构尺寸的注法

当图形具有对称中心线时，可仅标注其中一边的结构尺寸，如图 3-23 中的 *R*64、12、*R*9、*R*5 等。

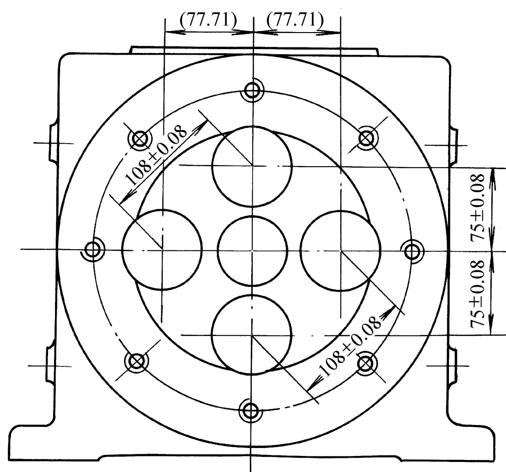


图 3-22

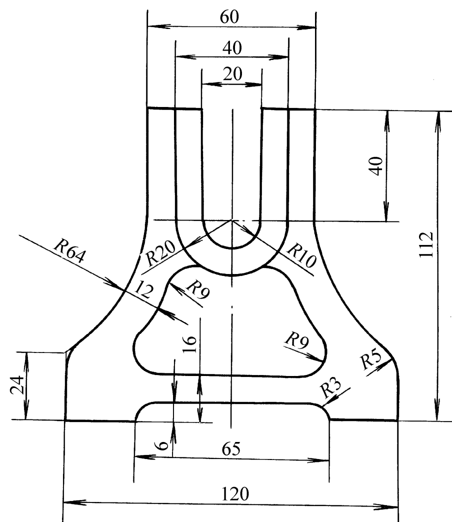


图 3-23

3.1.13 曲线轮廓尺寸的注法

标注曲线轮廓上各点的尺寸时，可用尺寸线或其延长线作为尺寸界线（图 3-24）。

3.1.14 断续的同一表面尺寸的注法

对于不连续的同一表面，可用细实线连接后标注一次尺寸，如图 3-25 中的 $\phi 8$。

3.1.15 同一基准的尺寸注法

由同一基准出发的尺寸，可按照图 3-26、图 3-27 的形式注出，也可用坐标的形式列表标注，如图 3-28 所示。

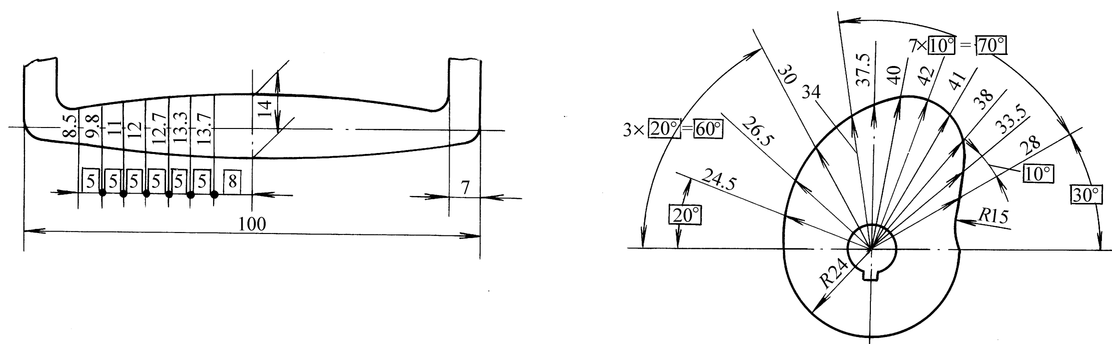


图 3-24

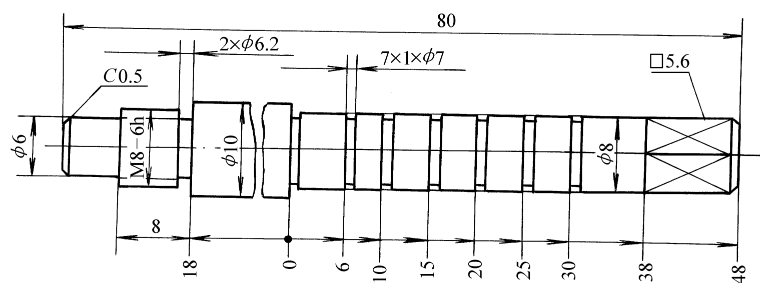


图 3-25

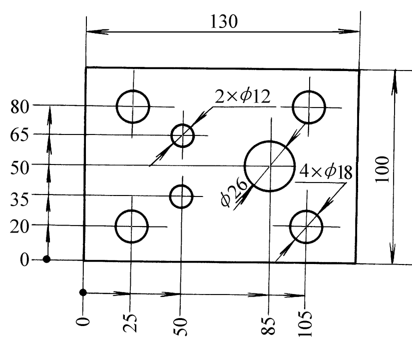


图 3-26

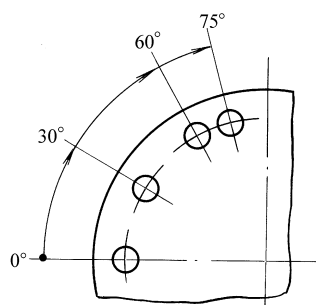
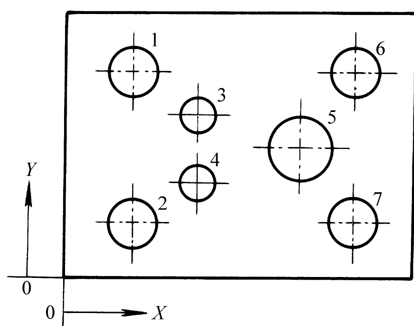


图 3-27



孔的编号	X	Y	ϕ
1	25	80	18
2	25	20	18
3	50	65	12
4	50	35	12
5	85	50	26
6	105	80	18
7	105	20	18

图 3-28

3.1.16 成组要素的尺寸注法

在同一图形中，对于尺寸相同的孔、槽等成组要素，可仅在一个要素上注出其尺寸和数量（图 3-29、图 3-30）。图 3-30 中“EQS”表示“均布”。

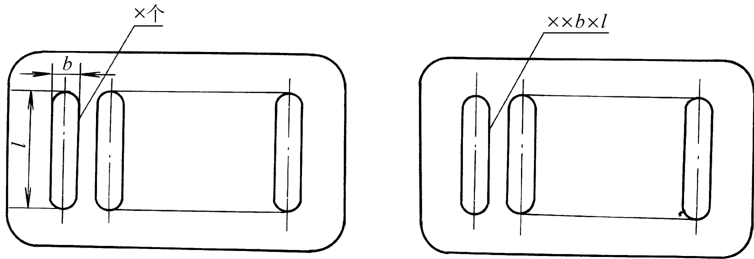


图 3-29

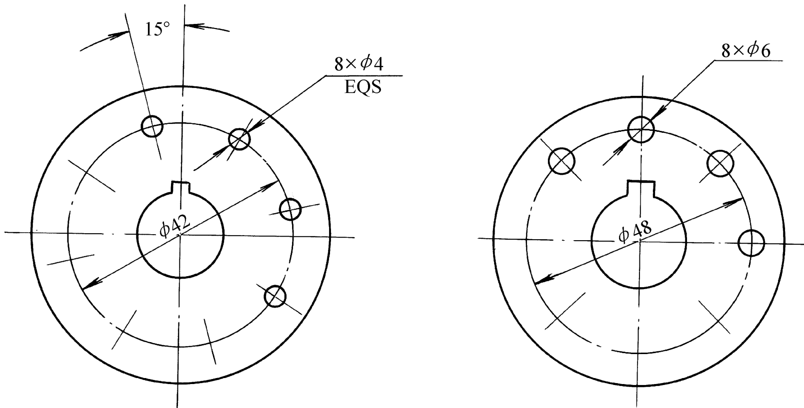


图 3-30

3.1.17 大小不同之同类要素的尺寸注法

在同一图形中，尺寸数值不同而又重复的同类要素（如孔等），可采用标记（如涂色）或标注字母的方法标注其尺寸（图 3-31、图 3-32），也可用列表的形式表明其尺寸（图 3-33）。

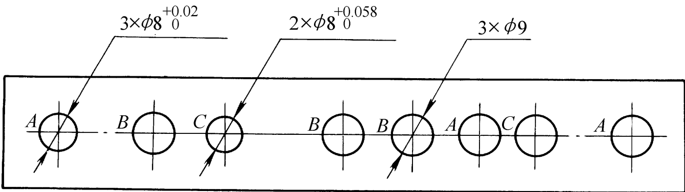


图 3-31

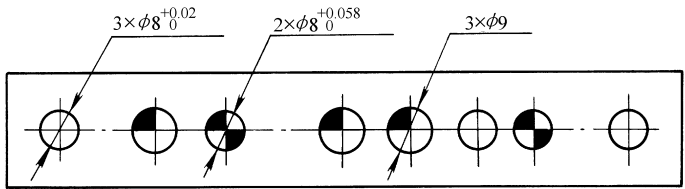
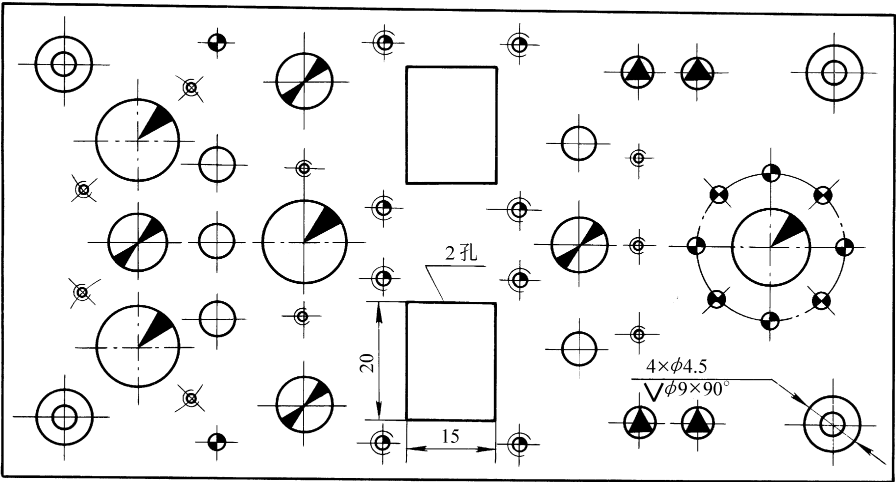


图 3-32

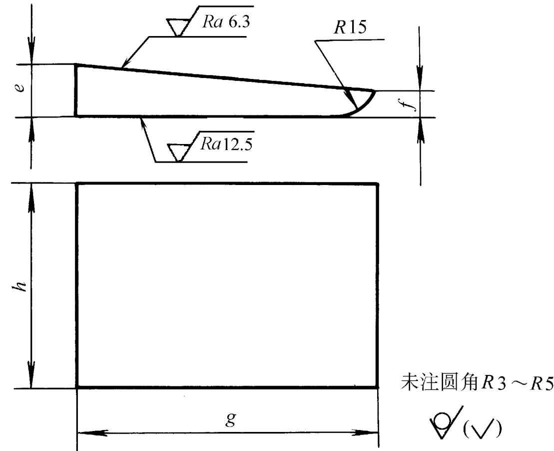


孔的标记							
数量	4	4	5	4	10	8	9
尺寸	$\phi14$	$\phi10$	$\phi6$	$\phi5$	$\phi3$	M4−7H	M3−7H

图 3-33

3.1.18 形状相同而大小不同之零件的尺寸注法

对于形状相同而大小不同的零件，可用列表的形式表明其尺寸，如图 3-34 中的机床垫铁。



垫铁号	e	f	g	h
1	18	8	100	70
2	22	11	120	80
3	24	11	140	90
4	30	14	160	100

图 3-34

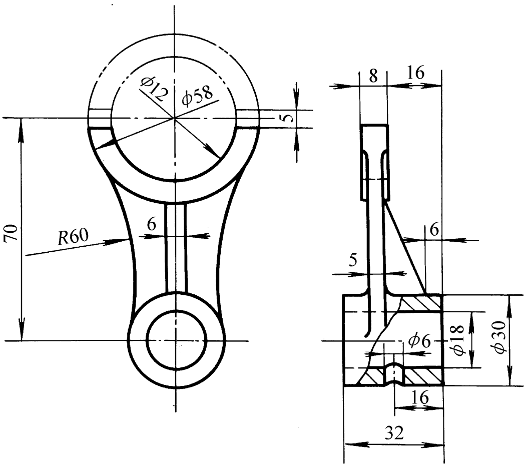


图 3-35

3.1.19 结合件的尺寸注法

对于结合件，可用双点画线画出与其结合的零件，注出其整体尺寸（图 3-35）。

3.1.20 装配时进行加工之结构要素的尺寸注法

零件上在装配时进行加工的结构要素，其尺寸可用旁注法的形式注出（图 3-36）。

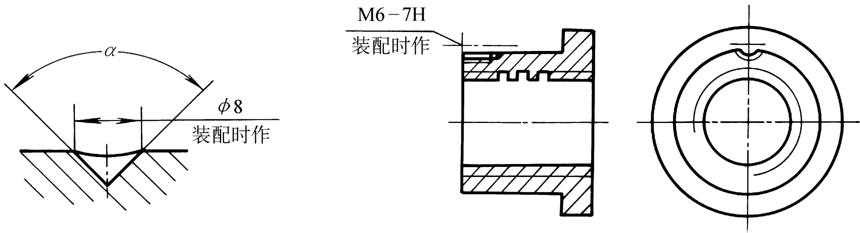


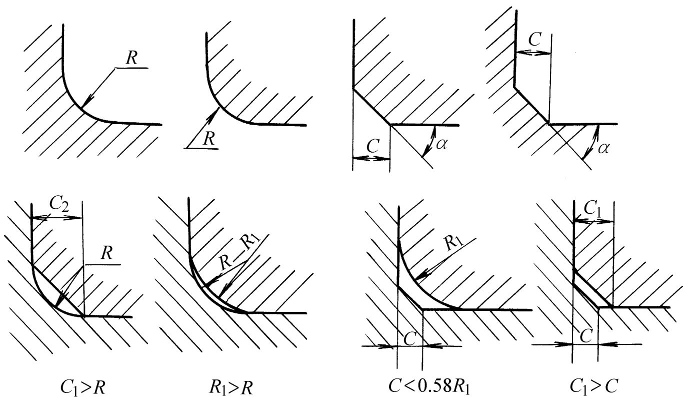
图 3-36

3.2 常见零件结构要素的尺寸注法

3.2.1 圆角及倒角尺寸的注法

倒角、倒圆尺寸的注法见表 3-1。

表 3-1 内外件倒角和倒圆半径尺寸（GB/T 6403.4—2008） （单位：mm）



直径 ϕ		<3		>3～6		>6～10		>10～18	>18～30	>30～50		>50～80	>80～120	>120～180
R C	R_1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0
C_{max} （$C<0.58R_1$）		—	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6
直径 ϕ		>180～250	>250～320	>320～400	>400～500	>500～630	>630～800	>800～1000	>1000～1250	>1250～1600				
R C	R_1	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16	20	25	32	40	50	—
C_{max} （$C<0.58R_1$）		2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12				

注：α 一般采用 45°，也可采用 30°或 60°。

（1）45°倒角用 C 表示，按图 3-37a 的形式标注。非 45°倒角按图 3-37b 的形式标注。

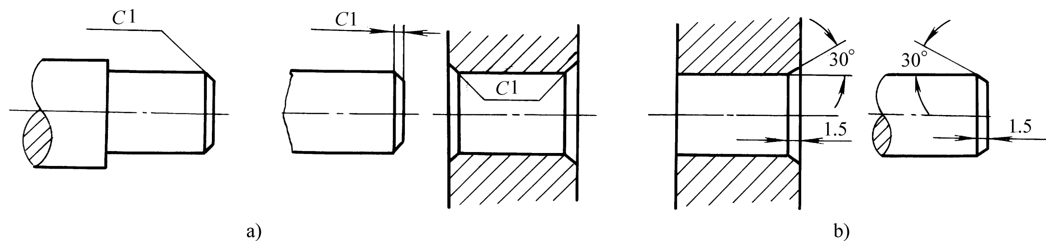


图　3-37

（2）加工圆角应注出其半径（图 3-38）。

（3）若所画零件的倒角或圆角尺寸全部相同或某个尺寸占多数时，可在图样空白处予以总的说明，如“全部圆角 $R4$”、“全部倒角 $C1$”、“未注圆角 $R4$”、“其余倒角 $C1$”等（图 3-39）。

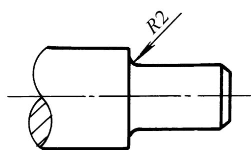


图　3-38

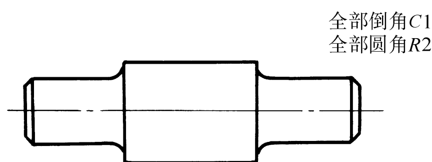


图　3-39

3.2.2　退刀槽及砂轮越程槽尺寸的注法

一般退刀槽的尺寸可按“槽宽 × 直径”或“槽宽 × 槽深”的形式标注（图 3-40a）。若图形较小，也可用指引线的形式标注，指引线从轮廓线引出（图 3-40b、c）。

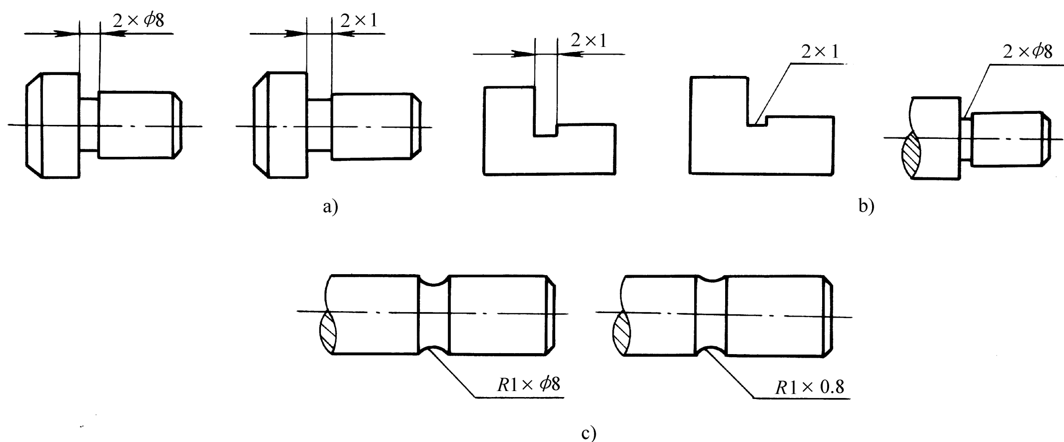


图　3-40

对于半圆形退刀槽，也可注出半径作为参考尺寸（图 3-41）。

砂轮越程槽尺寸的注法一般与退刀槽相同，必要时可单独注出槽宽与槽深或直径（表 3-2 ~ 表 3-4）。

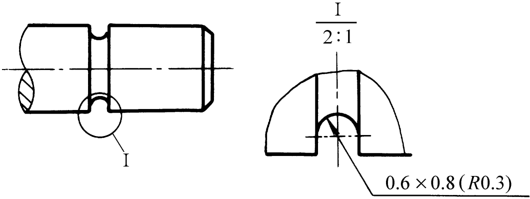
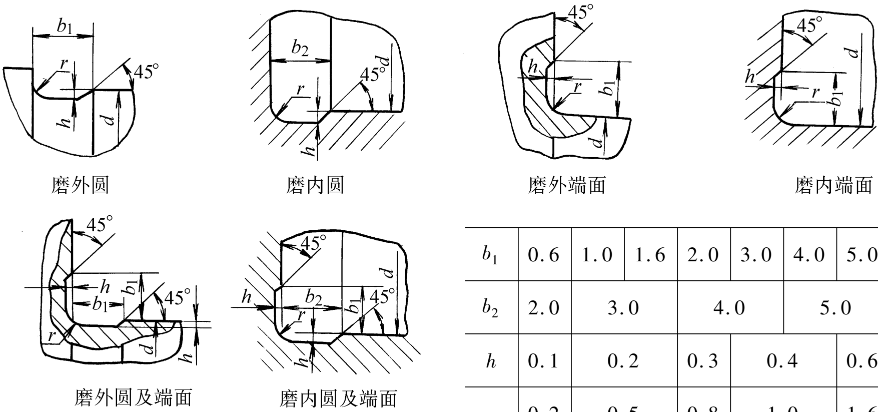


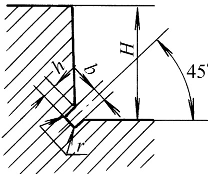
图 3-41

表 3-2 回转面及端面砂轮越程槽（GB/T 6403.5—2008） （单位：mm）



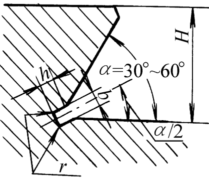
b_1	0.6	1.0	1.6	2.0	3.0	4.0	5.0	8.0	10
b_2	2.0	3.0		4.0		5.0		8.0	10
h	0.1	0.2		0.3	0.4		0.6	0.8	1.2
r	0.2	0.5		0.8	1.0		1.6	2.0	3.0
d	~10			10 ~ 50		50 ~ 100		100	

表 3-3 矩形导轨砂轮越程槽（GB/T 6403.5—2008） （单位：mm）



H	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100
b	2				3				5		8	
h	1.6				2.0				3.0		5.0	
r	0.5				1.0				1.0		2.0	

表 3-4 燕尾导轨砂轮越程槽（GB/T 6403.5—2008） （单位：mm）



H	≤5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50	63	80
b	1	2		3			4			5			6
h	1	2		3			4			5			6
r	0.5	0.5		1.0			1.6			1.6			2.0

3.2.3　V 形槽尺寸的注法

V 形槽一般应注出其槽宽、角度以及与加工测量有关的尺寸，如图 3-42 所示。图中 D、H 为检验所需的尺寸；h、b 为加工所需的尺寸。

3.2.4　T 形槽尺寸的注法

T 形槽应注出与所用螺栓有关的尺寸，如图 3-43 所示（参见表 3-5）。

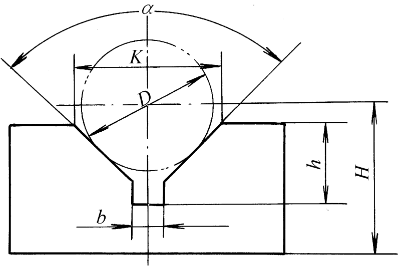


图　3-42

表 3-5　T 形槽（GB/T 158—1996）　　　　（单位：mm）

T形槽	A	公称尺寸	5	6	8	10	12	14	18	22	28	36	42	48	54
	B	最小尺寸	10	11	14.5	16	19	23	30	37	46	56	68	80	90
		最大尺寸	11	12.5	16	18	21	25	32	40	50	60	72	85	95
	C	最小尺寸	3	5	7	7	8	9	12	16	20	25	32	36	40
		最大尺寸	3.5	6	8	8	9	11	14	18	22	28	35	40	44
	H	最小尺寸	8	11	15	17	20	23	30	38	48	61	74	84	94
		最大尺寸	10	13	18	21	25	28	36	45	56	71	85	95	106
	E	最大尺寸	1						1.6				2.5		
	F	最大尺寸	0.6						1				1.6	2	
	G	最大尺寸	1					1.6		2.5			4	6	
螺栓头部	a	最大尺寸	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
	b	最大尺寸	9	10	13	15	18	22	28	34	43	53	64	75	85
	c	最大尺寸	2.5	4	6	6	7	8	10	14	18	23	28	32	36
不通端	K	公称尺寸	12	15	20	23	27	30	38	47	58	73	87	97	108
	D	基本尺寸	15	16	20	22	28	32	42	50	62	76	92	108	122
		极限偏差	$^{+1}_{0}$		$^{+1.5}_{0}$					$^{+2}_{0}$					
	e	公称尺寸	0.5		1					1.5			2		

注：1. T 形槽宽度 A 的极限偏差对于基准槽为 H8，对于固定槽为 H12。

2. T 形槽两侧的表面粗糙度，基准槽为 $\sqrt{Ra\ 2.5}$，固定槽为 $\sqrt{Ra\ 6.3}$，其余为 $\sqrt{Ra\ 12.5}$。

3. T 形槽直接铸出时，其尺寸极限偏差自行决定。

3.2.5　燕尾槽及燕尾导轨尺寸的注法

燕尾槽及燕尾导轨尺寸的注法如图 3-44 所示。

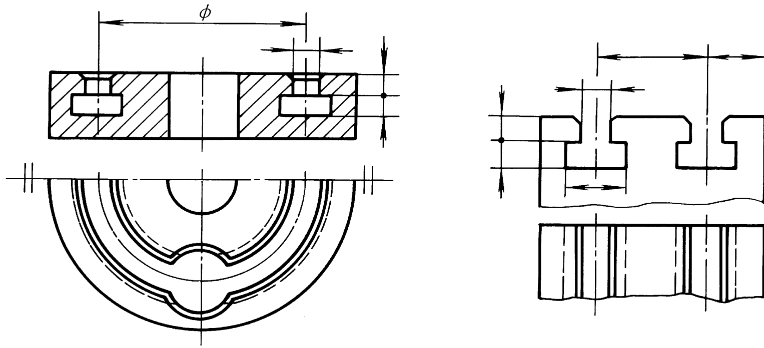


图 3-43

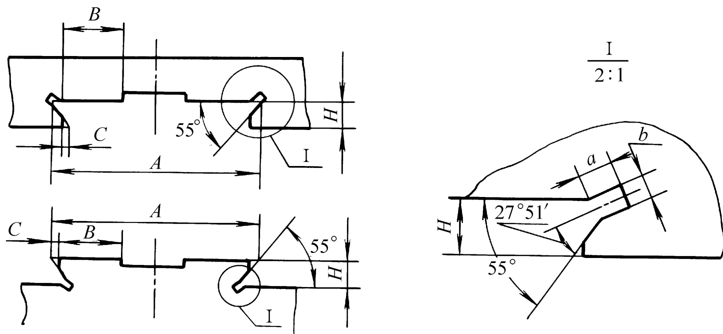


图 3-44

3.2.6 方槽、半圆槽尺寸的注法

方槽、半圆槽尺寸的注法如图 3-45 所示。

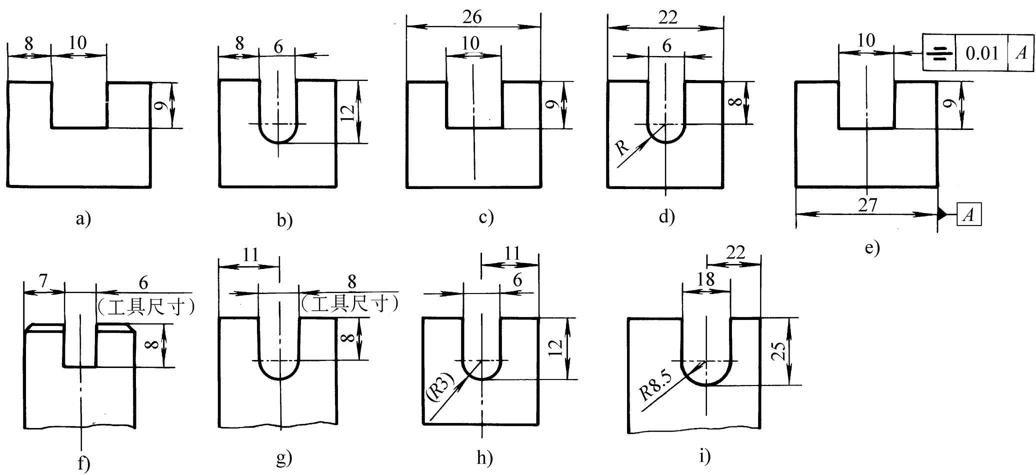


图 3-45

（1）一般是注出槽宽、槽深，并以一个侧面为基准注出定位尺寸（图3-45a、b）。

（2）当槽的位置要求对称时，应以对称中心平面为基准注出对称尺寸（图3-45c、d）。对称度要求高时，应注出对称度公差（图3-45e）。

（3）大批量生产中，宽度尺寸由刀具保证而无须检验时，可在尺寸线下方注明“（工具尺寸）”字样，并确定其对称中心线的位置（图3-45f、g）。由刀具行程控制槽深时，半圆槽深度尺寸的注法如图3-45g所示。

（4）半圆槽半径尺寸的注法：

若半径不等于槽宽之半，应注出半径尺寸（图3-45i）。

若半径等于槽宽之半，根据具体要求可不注半径尺寸（图3-45b），也可将其作为参考尺寸注出（图3-45h），或只注符号 R 而不注尺寸数字（图3-45d）。

3.2.7 各种孔的尺寸注法（表3-6）

表3-6 各种孔的尺寸注法

类型	旁注法		普通注法	说明
光孔	4×ϕ4↧10	4×ϕ4↧10	4×ϕ4 10	4孔，直径ϕ4，深10 ↧：表示深度的符号
	4×ϕ4H7↧10 孔↧12	4×ϕ4H7↧10 孔↧12	4×ϕ4H7 10 12	4孔，钻孔深12，精加工后为ϕ4H7，深度10
螺孔	3×M6−7H	3×M6−7H	3×M6−7H	3螺孔M6，精度7H
	3×M6−7H↧10	3×M6−7H↧10	3×M6−7H 10	3螺孔M6，精度7H，螺纹深度10
	3×M6−7H↧10 孔↧12	3×M6−7H↧10 孔↧12	3×M6−7H 10 12	3螺孔M6，精度7H，螺纹深10，钻孔深12

（续）

类型	旁　注　法		普通注法	说　明
沉孔	$6\times\phi 7$ ⌵$\phi 13\times 90°$	$6\times\phi 7$ ⌵$\phi 13\times 90°$	$90°$ $\phi 13$ $6\times\phi 7$	6 孔，直径 $\phi 7$，沉孔锥顶角 90°，大口直径 $\phi 13$ ∨：表示埋头孔的符号
	$4\times\phi 6.4$ ⊔$\phi 12$↧4.5	$4\times\phi 6.4$ ⊔$\phi 12$↧4.5	$\phi 12$ 4.5 $4\times\phi 6.4$	4 孔，直径 $\phi 6.4$，柱形沉孔直径 $\phi 12$，深 4.5 ⊔：表示沉孔或锪平的符号
	$4\times\phi 9$ ⊔$\phi 20$	$4\times\phi 9$ ⊔$\phi 20$	⊔$\phi 20$ $4\times\phi 9$	4 孔，直径 $\phi 9$，锪平直径 $\phi 20$，锪平深度一般不注，锪去毛面为止

3.2.8　凸耳尺寸的注法

凸耳的轮廓尺寸一般与孔有关，常见的尺寸注法如图 3-46 所示。

3.2.9　锥面、斜面尺寸的注法

锥面尺寸的注法如图 3-47 所示。

（1）刀具、工具上的锥面，应尽量采用标准锥度。外锥面注大端直径、锥度、长度（图 3-47a）；内锥面注小端直径、锥度、长度（图 3-47b）。要求保证一定的配合长度时，应注出基准面直径、锥度和长度（图 3-47c、d）。

（2）锥度较大时，宜注出大、小端直径及长度（或锥角）（图 3-47e）。

（3）斜楔一般应注出基准面的定位尺寸、高度和斜面的斜度（图 3-48）。

3.2.10　销孔尺寸的注法

销孔的尺寸应按图 3-49 的形式标注，其中锥销孔的直径是与其相配的圆锥销的公称尺寸（小端直径）。

3.2.11　长圆形孔尺寸的注法

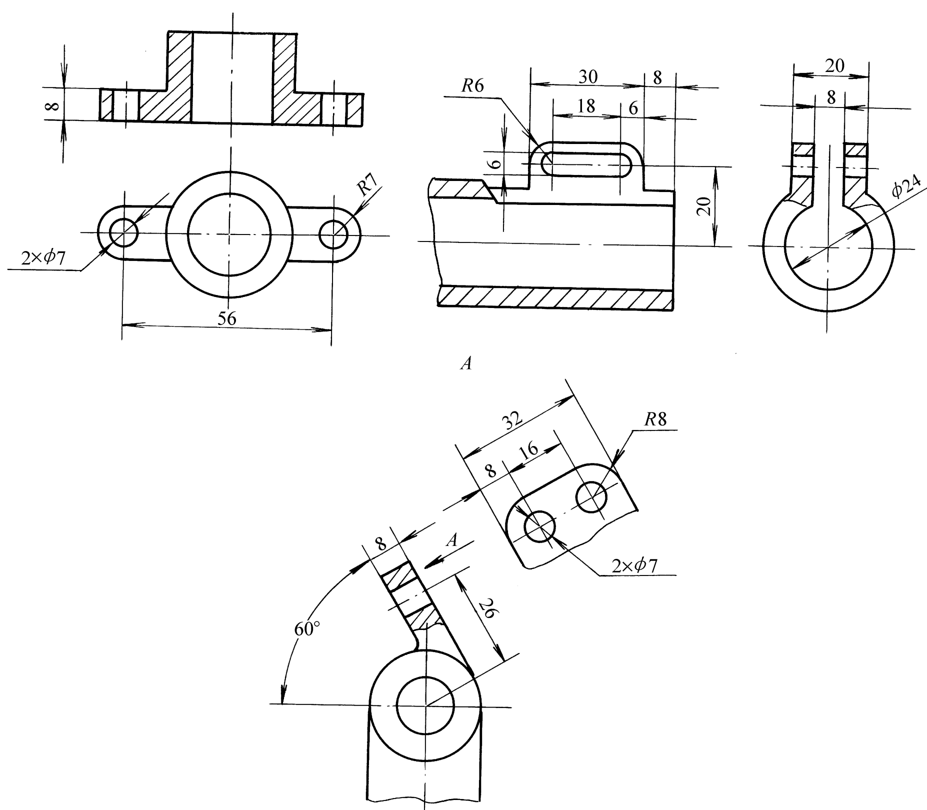
对于长圆形孔，应注出宽度尺寸，以便选择刀具直径。根据设计要求和加工方法的不同，其长度尺寸可有不同的注法，见图 3-50。

3.2.12　同一轴线上结构要素定位尺寸的注法

当同一轴线上各要素的位置精度要求相同时，可从某个基准到公共轴线标注一个公共的定位尺寸（图 3-51a）。定位精度要求不同时，应分别注出各要素的定位尺寸及公差（图 3-51b）。

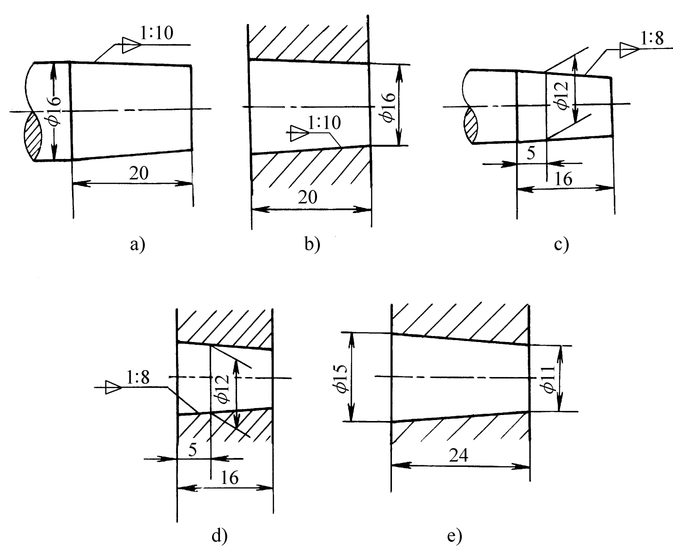
3.2.13　共面的不同要素的尺寸注法

共面的不同要素，其尺寸应分别注出（图 3-52）。在不致引起误解的情况下，也可只标注一个尺寸，如图 3-53 中锪平面及凸耳的尺寸 $\phi 22$。



8
2×ϕ7
R7
56
R6
30
8
18
6
6
20
20
8
ϕ24
A
32
R8
8
16
8
A
2×ϕ7
60°
26

图 3-46



1:10
ϕ16
20
a)
1:10
ϕ16
20
b)
1:8
ϕ12
5
16
c)
1:8
ϕ12
5
16
d)
ϕ15
ϕ11
24
e)

图 3-47

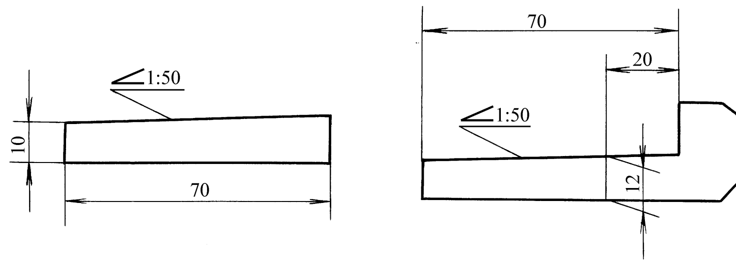


图 3-48

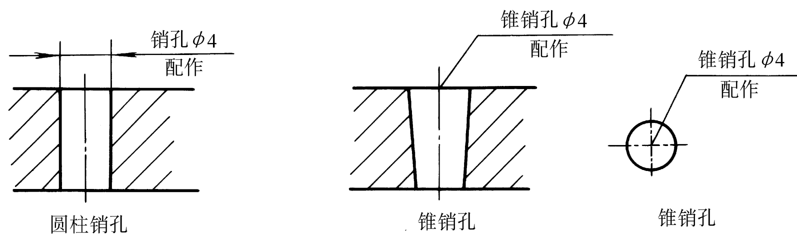


图 3-49

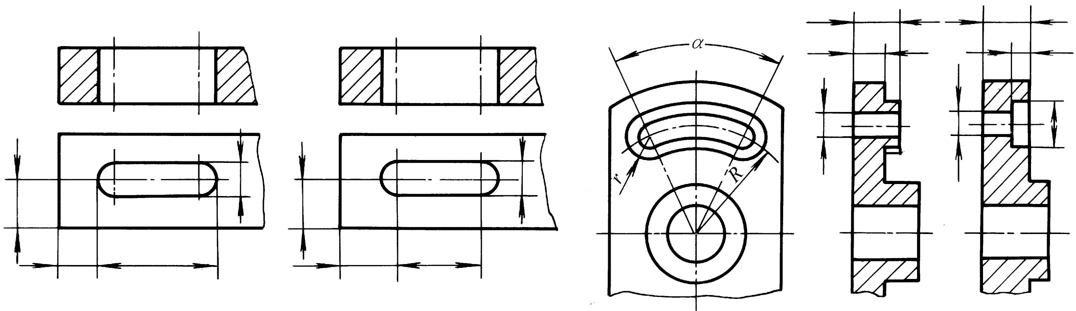


图 3-50

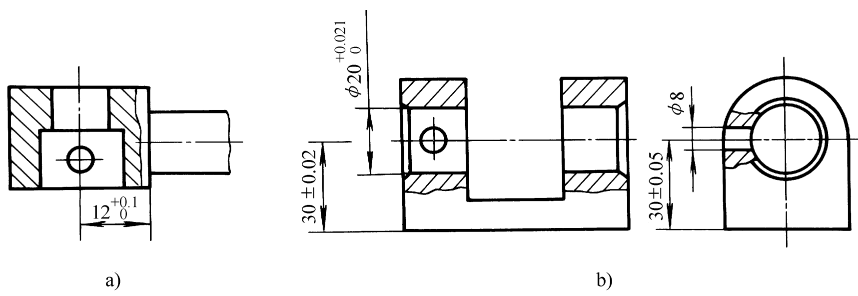
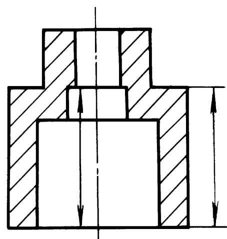


图 3-51



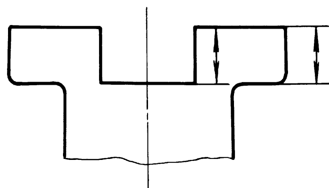


图 3-52

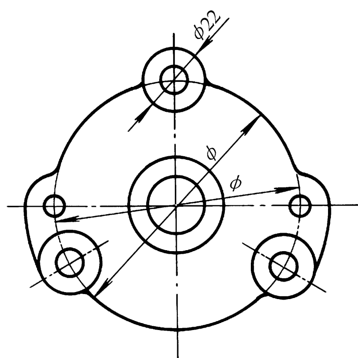


图 3-53

3.3 合理标注零件尺寸的要点

1. 直接注出功能尺寸

如图 3-54 中尺寸 40 直接注出是合理的，而不应由计算得出。

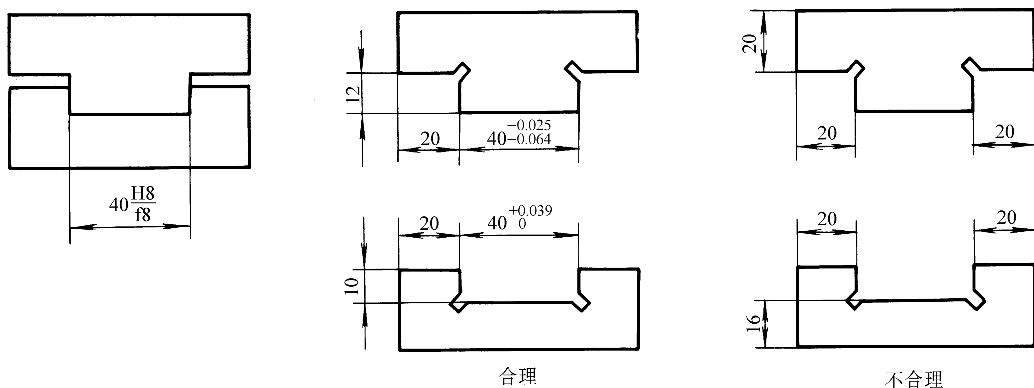


图 3-54

2. 合理选择尺寸基准

（1）相互关联的零件，在标注其相关尺寸时，应以同一个平面或直线（如结合面、对称中心平面、轴线等）作为尺寸基准（图 3-55）。

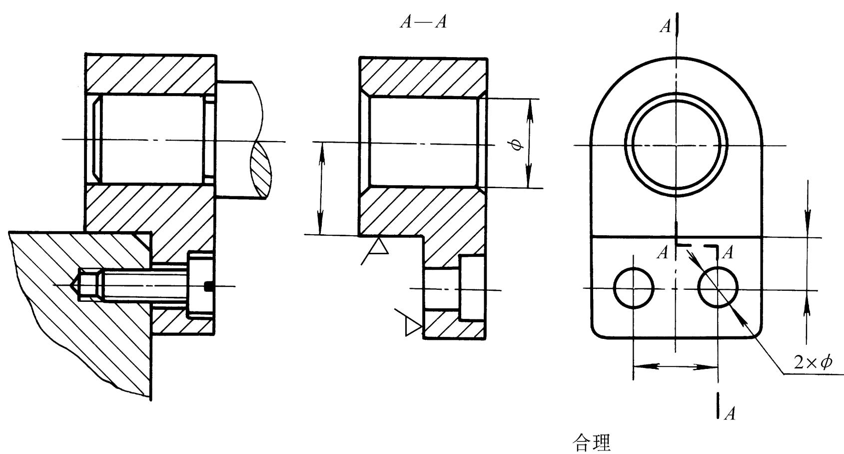
（2）以加工面作为基准。但在同一方向内，同一加工表面不能作为两个或两个以上非加工面的基准（图 3-56）。

（3）要求保证轴线之间的距离时，应以轴线为基准注出轴线之间的距离（图 3-57）。

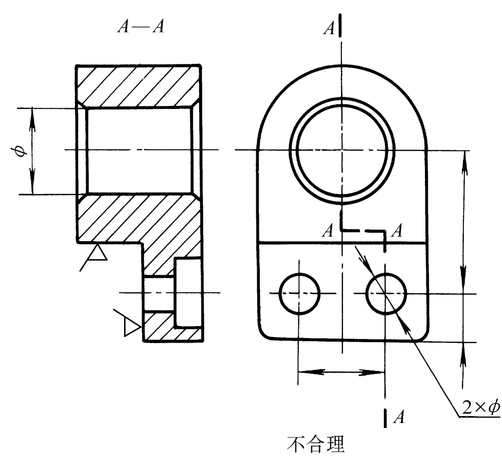
（4）要求对称的要素，应以对称中心平面（或中心线）为基准注出对称尺寸（图 3-58a）；对称度要求高时，应注出对称度公差（图 3-58b）；若对称度要求很低，可以某个实际平面为基准（图 3-58c）。

3. 避免出现封闭的尺寸链

合理选择封闭环尺寸，并将其空出不注。有参考价值的封闭环尺寸，可作为参考尺寸注出（图 3-59）。

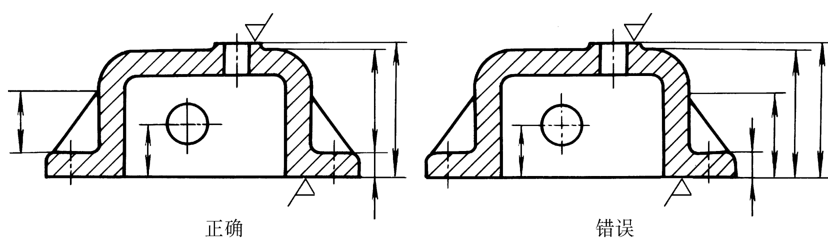


合理



不合理

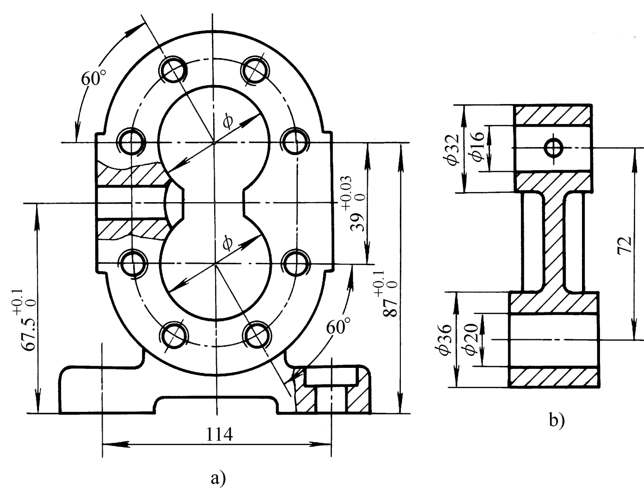
图 3-55



正确

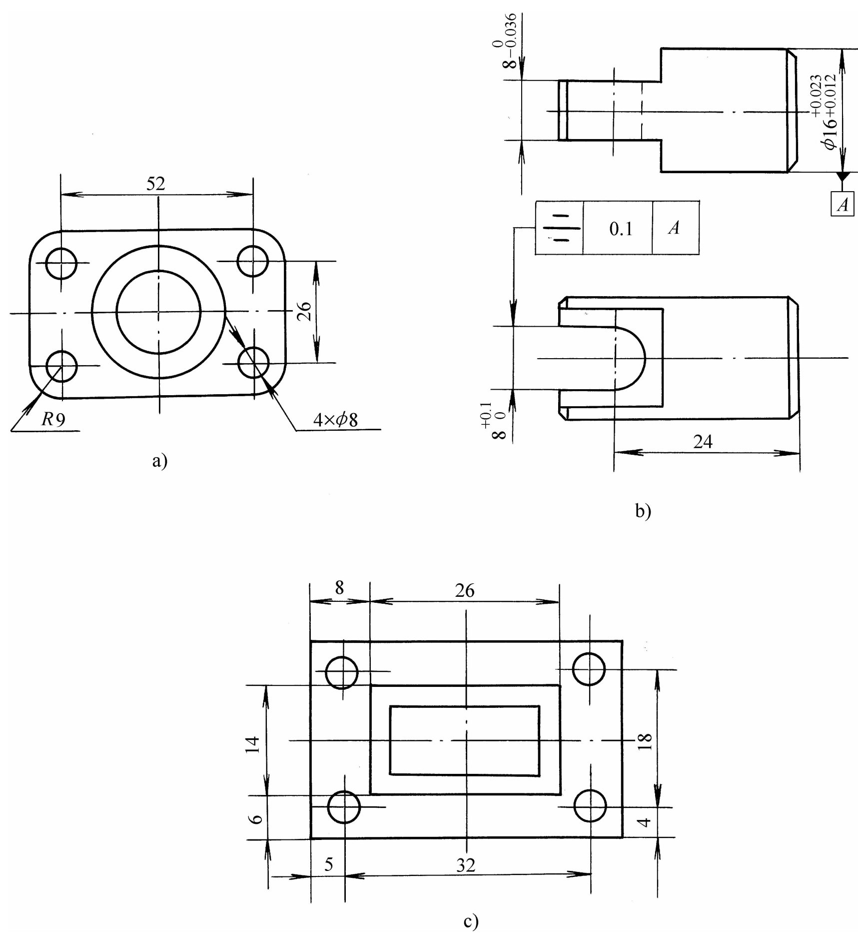
错误

图 3-56



60°
ϕ
ϕ
$39^{+0.03}_{0}$
$67.5^{+0.1}_{0}$
$87^{+0.1}_{0}$
60°
114
a)
ϕ32
ϕ16
72
ϕ36
ϕ20
b)

图 3-57



52
26
R9
4×ϕ8
a)
$8^{0}_{-0.036}$
$\phi16^{+0.023}_{+0.012}$
A
0.1
A
$8^{+0.1}_{0}$
24
b)
8
26
14
18
6
4
5
32
c)

图 3-58

4. 标注尺寸要尽量适应加工方法及加工过程

同一零件的加工方法及加工过程可以极不相同，所以，适应于它们的尺寸注法也应不同。图 3-60 所列是一些常见图例：

图 3-60a 及图 3-60b 是在车床上一次装卡加工阶梯轴时，长度尺寸的两种注法。尺寸 *A* 将调整基准与工艺上的支承基准联系起来。

图 3-60c 是在车床上两次装卡加工时，轴的长度尺寸的注法。

图 3-60d 是用圆钢棒料车制轴时的尺寸注法。

图 3-60e 是一般阶梯孔深度尺寸的注法。但若采用扩孔钻加工，其深度尺寸的注法需与扩孔钻的尺寸相符，如图 3-60f 所示。

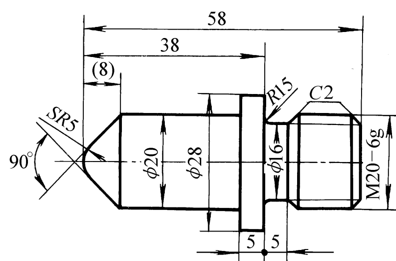


图 3-59

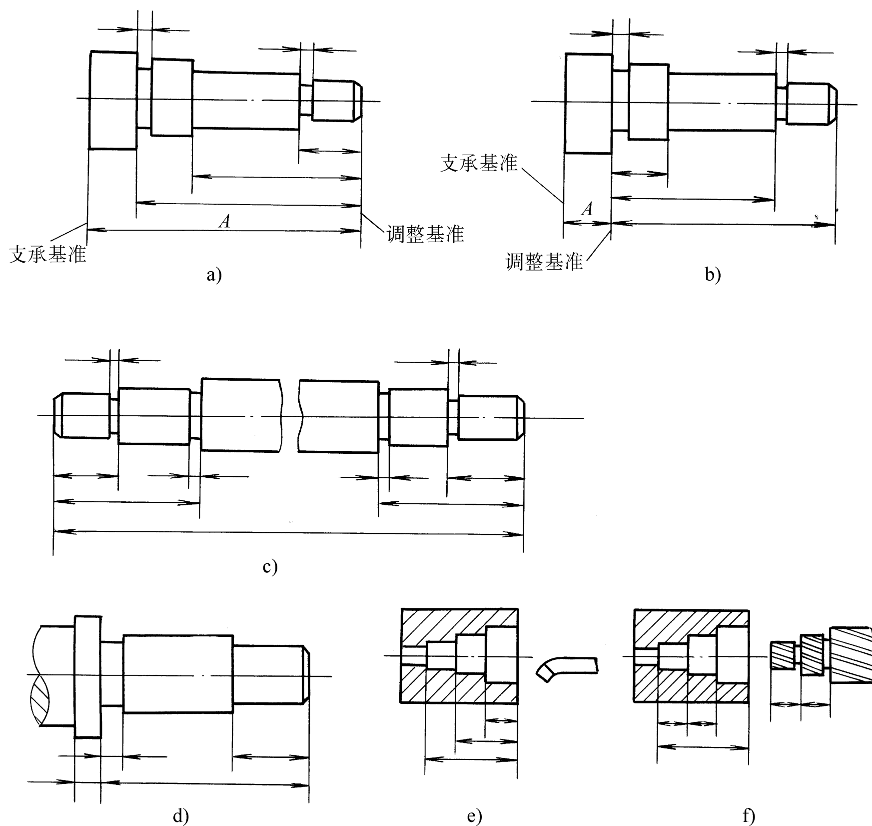


图 3-60

5. 标注尺寸应符合使用的工具

如图 3-61 所示，用圆盘铣刀铣制键槽，在主视图上应注出所用的铣刀直径，以便选定铣刀。

6. 标注尺寸应考虑加工的可能性

如图 3-62 所示，右图中所注斜孔的定位尺寸是错误的，因为无法按此尺寸由大孔内部确定斜孔的位置。

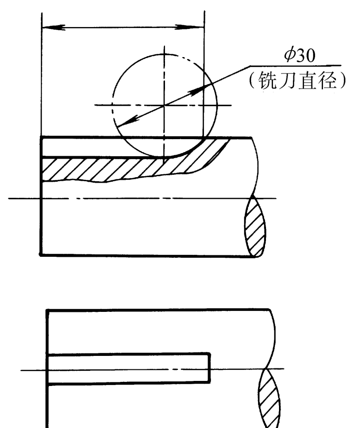


图 3-61

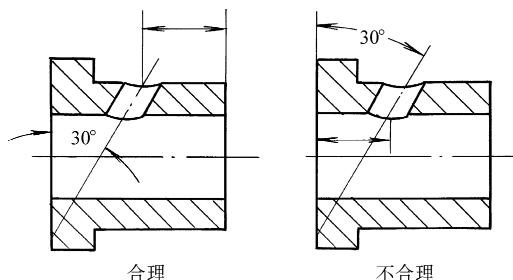


图 3-62

7. 尽可能不注不便于测量的尺寸

如图 3-63 所示孔深尺寸的合理标注，除了便于直接测量，也便于调整刀具的进给量。半球圆杆以标注其全长而便于测量为合理。

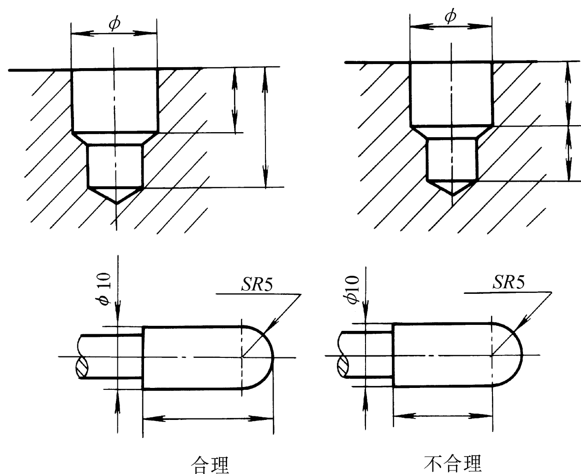


图 3-63

弯曲零件应直接注出其实际表面的尺寸，而不应标注中心线的尺寸，以便于设计模具及检验（图 3-64）。

8. 尺寸布置力求清晰醒目

（1）尽量将尺寸布置在图形之外（图 3-65），但个别尺寸注在图内反而更清晰，如图中的尺寸 ϕA。

（2）几个平行尺寸线，应使小尺寸在内，大尺寸在外。内、外形尺寸尽可能分开标注（图 3-66）。

（3）密集的平行尺寸，可按图 3-67 的方式布置。

（4）几个同轴回转面的尺寸应注在非圆投影上（图 3-68）。

（5）同一个工序的尺寸应集中标注（图 3-69）。

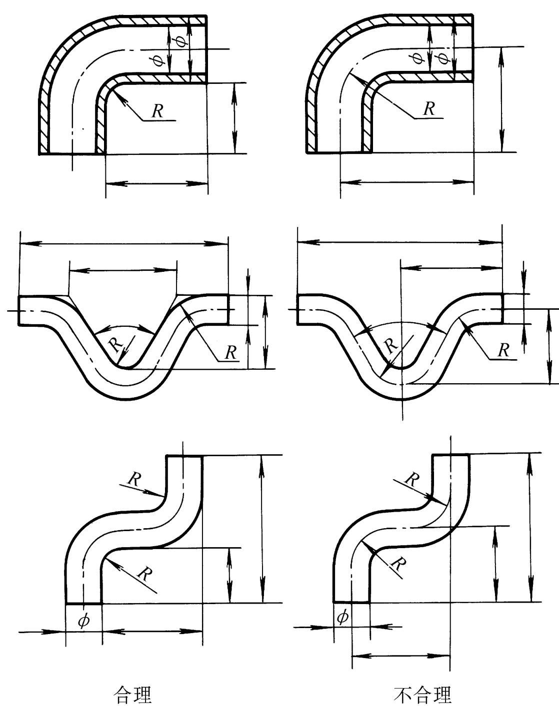


图 3-64

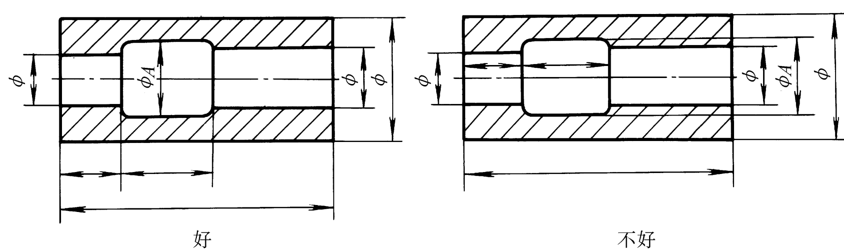


图 3-65

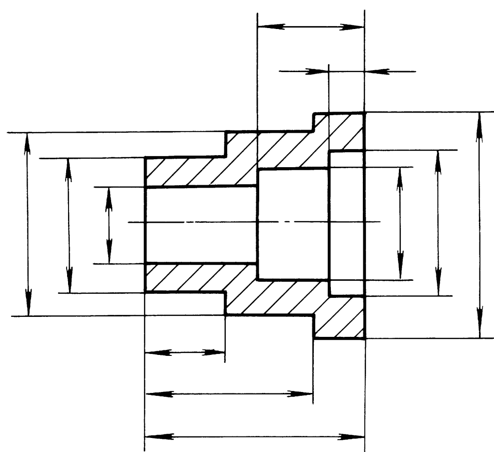


图 3-66

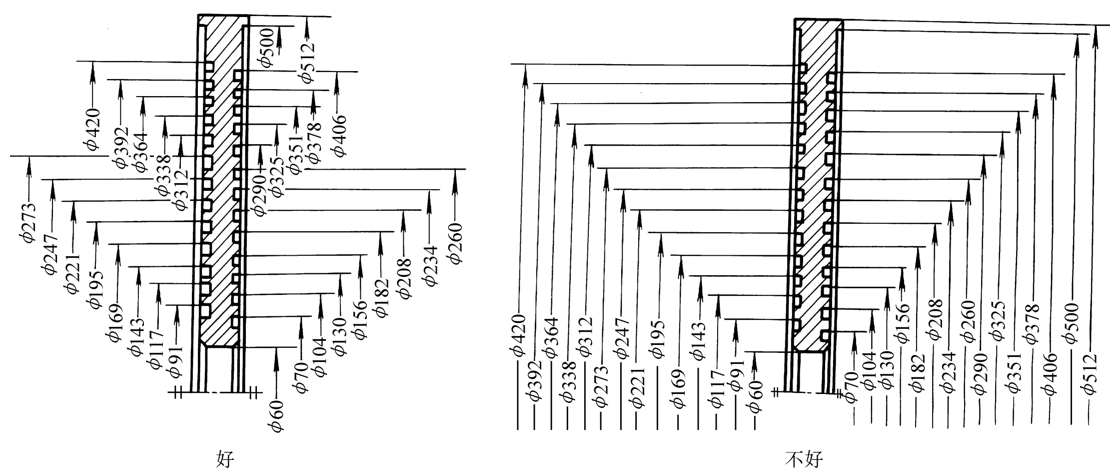


图 3-67

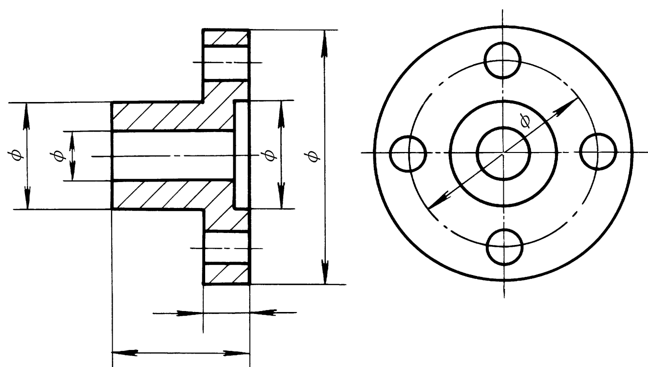


图 3-68

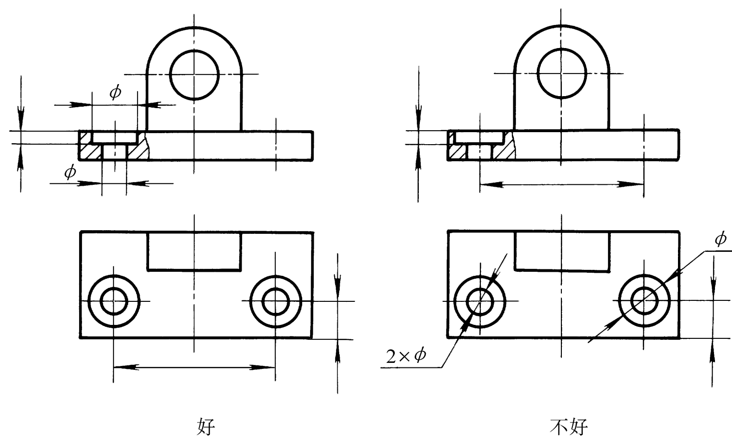


图 3-69

第 4 章　零件图及常见零件结构

4.1　零件表达的要点

1. 比例的选择

画零件图，优先选用 1∶1 的比例。若零件尺寸较小或较大时，可选用 GB/T 14690—1993 所规定的放大或缩小的比例绘制。

2. 视图的选择

（1）零件一般是按它的工作位置或加工位置或安装位置，并取零件信息量最多的那个视图作为主视图。

（2）所取视图（包括剖视图、断面图、局部视图、斜视图等）的数量要恰当，以能完全、正确、清楚地表达零件各组成部分的结构形状和相对位置关系为原则。每个视图应有它的表达重点，避免在一个视图上表达投影重叠的结构形状。

（3）在左、右视图及俯、仰视图中，一般优先选用左视图和俯视图。

（4）各视图所采用的表达方法，应遵守 GB/T 17451—1998、GB/T 17452—1998、GB/T 16675. 1—1996 以及 GB/T 4458. 1—2002 中的规定（见第 2 章）。

3. 视图的布置

（1）各基本视图应尽量按规定的位置配置，其他图形尽可能位于有关的基本视图附近。

（2）布置视图时，要考虑合理利用图纸幅面，并注意留出标注尺寸及表面粗糙度等要求的空位。

4.2　几种典型零件的表达举例

1. 轴、套类零件的表达特点

（1）轴、套类零件的主要工序是在车床和磨床上加工，选择主视图时，一般将其轴线放置成水平位置，并将先加工的一端放在右边。

（2）轴、套类零件的主要结构是回转体，一般只用一个基本视图（作为主视图）表示其主要结构形状。而用剖视、断面、斜视图、局部视图及局部放大图等表示零件的内部结构和局部结构的形状。对于形状为有规律变化且比较长的轴、套类零件，还可采用折断画法。

图 4-1 所示为车床主轴的视图方案。图 4-2 所示为滑动轴承调节帽的视图方案。

2. 轮、盘类零件的表达特点

（1）轮、盘类零件有较多的工序在车床上加工，选择主视图时，一般多将轴线水平放置。可根据加工方便或工作时的位置确定其左、右两端的方向。

（2）轮、盘类零件常由轮辐、辐板、键槽和连接孔等结构组成，一般用两个基本视图表示其主要结构形状，再选用剖视、断面、局部视图和斜视图等表示其内部结构和局部结

构。对于结构形状比较简单的轮、盘类零件，有时只需一个基本视图，再配以局部视图或局部放大图等即能将零件的内、外结构形状表达清楚。

图 4-3 所示为 V 带轮的视图方案。图 4-4 所示为端盖的视图方案。

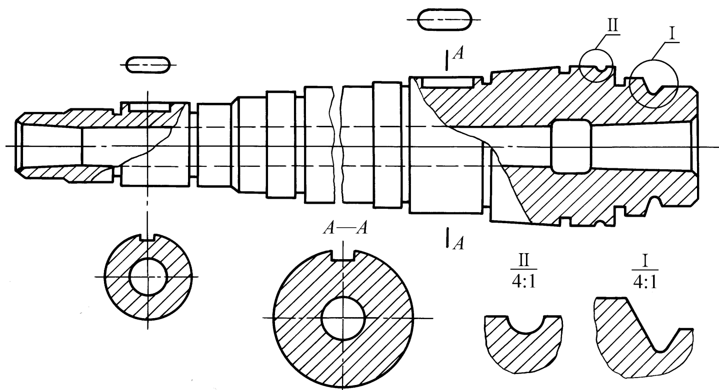


图　4-1

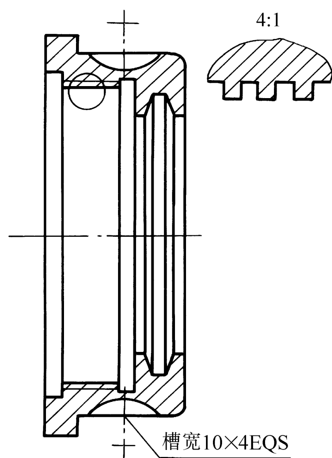


图　4-2

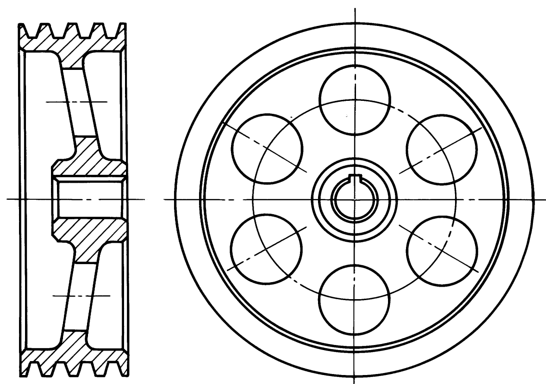


图　4-3

3. 叉、架类零件的表达特点

（1）叉、架类零件的形状一般较为复杂且不规则，常具有不完整和歪斜的几何形体。其加工工序较多，主要加工位置不明显，所以一般是按它的工作位置来选择主视图，或使主轴线水平或垂直放置。

（2）叉、架类零件一般用两个以上的基本视图表示其主要结构形状，而用局部视图和斜视图表示不完整的及歪斜的外部形体结构。常选用局部剖视图、断面等表示内部结构和断面的形状。

图 4-5、4-6 所示分别为杠杆和支架的视图方案。

4. 壳体类零件的表达特点

（1）壳体类零件的毛坯多为铸件，加工工序较多，一般是按它的工作位置选择主视图。

（2）壳体类零件的结构形状较为复杂，一般需三个以上的基本视图表示其内外部结构形状。并常要选用一些局部视图、斜视图、断面等表示其局部结构形状。

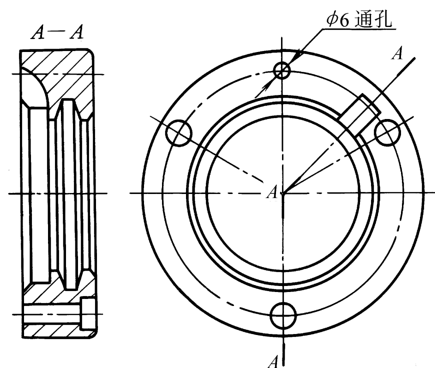


图 4-4

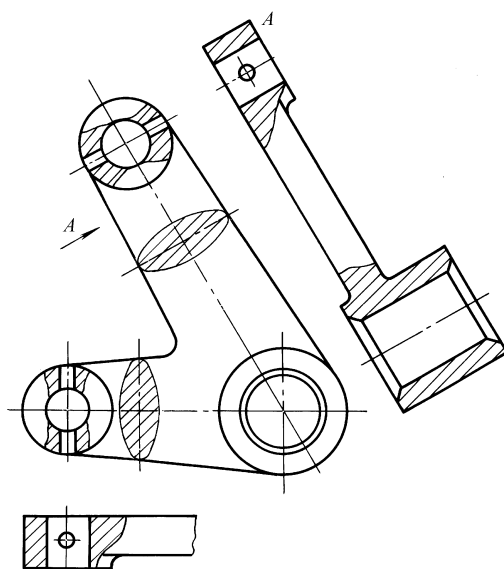


图 4-5

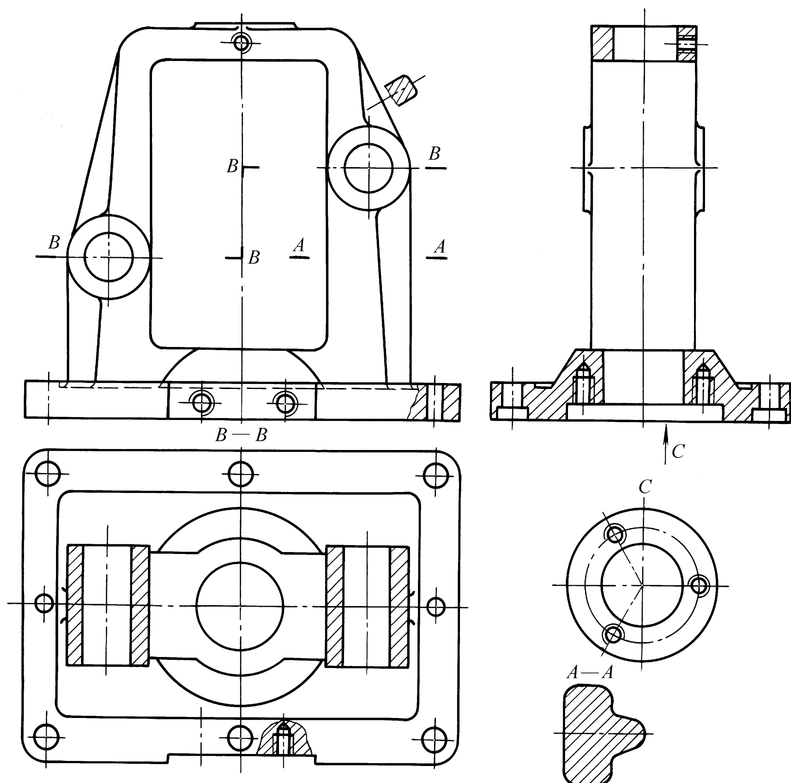


图 4-6

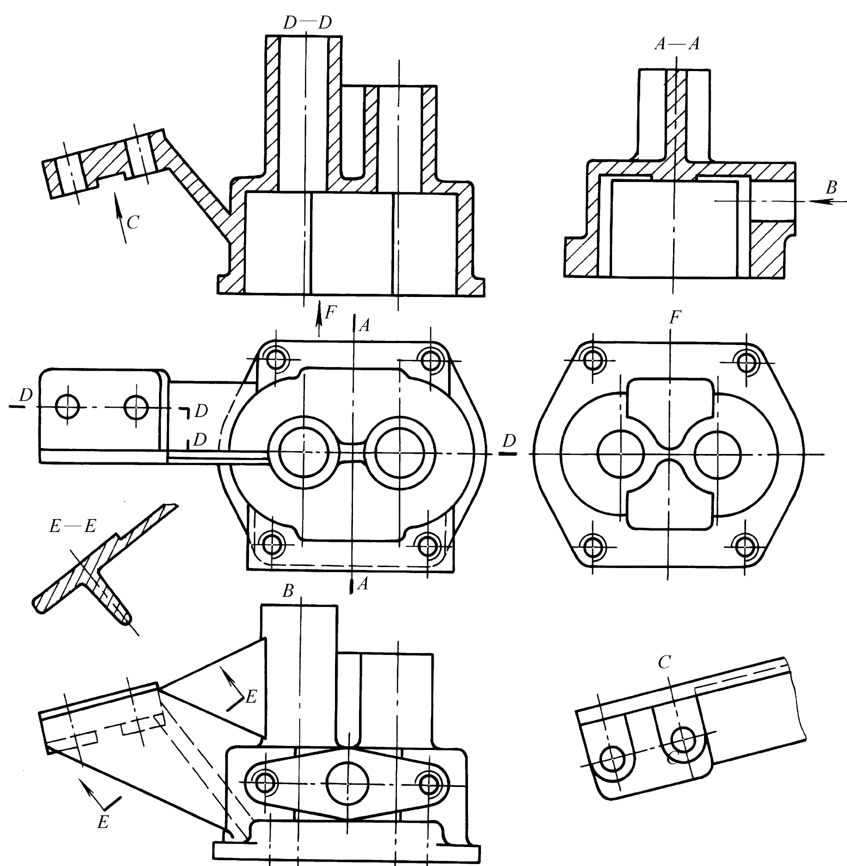


图 4-7

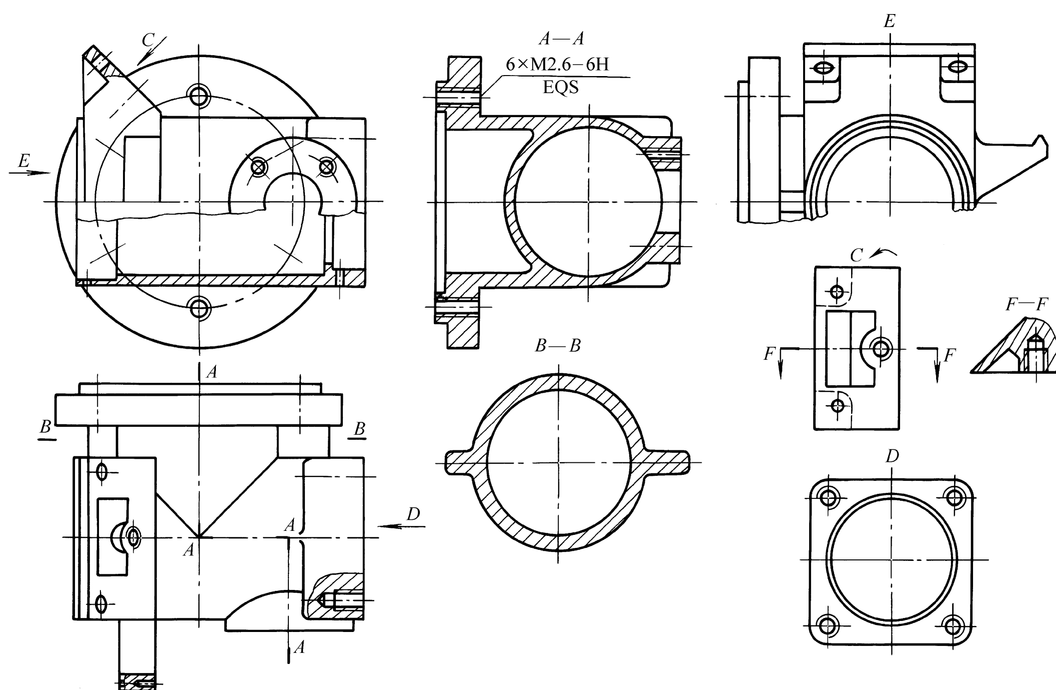


图 4-8

图 4-7、4-8 所示为机油泵体和方位镜主体的视图方案。

4.3 常见零件的合理结构

1. 铸件的合理结构（表 4-1 ~ 表 4-4）

表 4-1 铸造圆角和铸造斜度

加工前		铸造毛坯表面相交处画成圆角。圆角半径一般取壁厚的 0.2 ~ 0.4 倍，铸造斜度一般不画，其值取为： h(高度) < 25mm: 1∶5(11°30′), h = 25 ~ 500mm: 1∶10(5°30′) / 1∶20(3°) h > 500mm: 1∶50(1°), 有色金属 1∶100(30′)
加工后		加工表面与毛坯表面相交或两加工表面相交，均画为尖角

表 4-2 铸件的壁厚及壁的连接过渡

不合理	合理	说明
		铸件壁厚应均匀，防止产生气孔、缩孔
$b>a$	$b<a$	铸件内壁的厚度应略小于外壁的厚度，使铸件均匀冷却
		两壁倾斜相连、且当 $\alpha<75°$ 时，应去掉尖角

（续）

不 合 理	合 理	说 明
		两壁垂直相交时，应使 $R>R_1$，一般取 $R \geqslant R_1+\frac{a+b}{2}$
		相交两壁厚度相差悬殊时，应逐渐过渡

表 4-3 铸件的凸台和凹坑

不 合 理	合 理	说 明
		为减少金属积聚及便于造型，将双面凸台改为单面凸台并加肋板，以增强刚性
	锪平 锪平	凸台与壁间的小凹槽，容易掉砂，造成铸件夹砂。应将凸台与壁连成一体，便于铸造
A A—A A	A A—A A	为避免木模上采用活块，可将凸台加长到分型面。如凸台需要加工，可采用锪平措施
		铸件外壁的若干凸台或凹坑应连成一体，便于制模和铸造

（续）

不 合 理	合　　理	说　　明
		壳体的较大接触面，应制成凹槽或凸台，以减少加工面，且能保证接触良好

表 4-4　加强肋和轮辐的构形

不 合 理	合　　理	说　　明
		尽量避免较大的水平肋板平面，以便于排除金属中的杂质和气体，并减小内应力
		加强肋的布置应合理，以便铸造时选择分型面
		较大的铸件，应使其冷却时能自由收缩，以减小内应力。较大的轮子制成曲线轮辐，以及采用曲线轮廓的加固肋，都是为了这一目的

2. 机械加工的工艺结构（表 4-5 ~ 表 4-8）

表 4-5　倒角和倒圆

不　合　理	合　　理	说　　明
	C r C r C	在轴端或孔端处，一般加工出倒角，以保护圆柱表面，并便于装配 在轴肩或孔底处，常加工成倒圆，以减少应力集中

表 4-6　退刀槽与越程槽

不　合　理	合　　理	说　　明
	$b\times\phi$	在加工螺纹或受力不大的轴颈时，为了便于进刀、退刀和测量，经常先加工出退刀槽
		在加工两相交平面时，应有退刀槽。插削或铣削键槽，亦应有空刀槽，以便于进刀和退刀

（续）

不 合 理	合 理	说 明
		磨削不同直径的回转面，需留出砂轮越程槽，以便于进刀和退刀
		为保证燕尾与燕尾槽表面接触良好，并便于加工时进刀和退刀，也要留有空刀槽

表 4-7　加工孔的结构

不 合 理	合 理	说 明
	90°	应使钻头垂直于钻孔表面，以保证加工孔轴线的准确精度 通孔的末端，不应使孔壁的单面过长，以利于钻头工作
		钻孔的部位应留有足够的钻头工作空间，防止钻头过长
	A A A—A	避免太长的钻孔，以保证孔的准确度，并延长工具寿命，提高工作效率

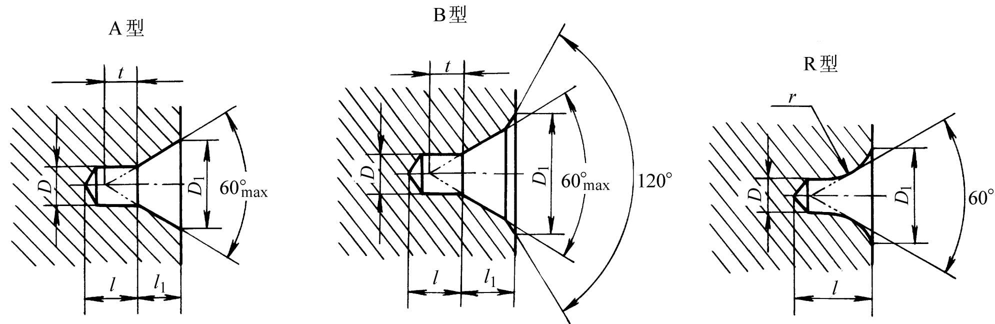
表 4-8　中　心　孔

<table>
<tr><th>型　　式</th><th>说　　明</th></tr>
<tr><td></td><td>A 型：不带护锥中心孔，加工后去掉中心孔
B 型：带护锥中心孔，加工后保留中心孔
C 型：带螺纹中心孔，其螺纹常用于轴端固定等
R 型：弧型中心孔，用于某些重要零件
尺寸见表 4-9 及表 4-10</td></tr>
</table>

表 4-9　C 型中心孔（摘自 GB/T 145—2001）　　（单位：mm）

D	D_1	D_2	l	l_1（参考）
M3	3.2	5.8	2.6	1.8
M4	4.3	7.4	3.2	2.1
M5	5.3	8.8	4.0	2.0
M6	6.4	10.5	5.0	2.8
M8	8.4	13.2	6.0	3.3
M10	10.5	16.3	7.5	3.8
M12	13.0	19.8	9.5	4.4
M16	17.0	25.3	12.0	5.2
M20	21.0	31.3	15.0	6.4
M24	25.0	38.0	18.0	8.0

表 4-10　A 型、B 型、R 型中心孔（摘自 GB/T 145—2001）



（单位：mm）

D			D_1			l_1（参考）		l（参考）		l_{min}	r	
											max	min
A 型	B 型	R 型	A 型	B 型	R 型	A 型	B 型	A 型	B 型	R 型		
(0.50)	—	—	1.06	—	—	0.48	—	0.5	—	—	—	—
(0.63)	—	—	1.32	—	—	0.60	—	0.6	—	—	—	—
(0.80)	—	—	1.70	—	—	0.73	—	0.7	—	—	—	—
1.00			2.12	3.15	2.12	0.97	1.27	0.9		2.3	3.15	2.50
(1.25)			2.65	4.00	2.65	1.21	1.60	1.1		2.8	4.00	3.15
1.60			3.35	5.00	3.35	1.52	1.99	1.4		3.5	5.00	4.00
2.00			4.25	6.30	4.25	1.95	2.54	1.8		4.4	6.30	5.00
2.50			5.30	8.00	5.30	2.42	3.20	2.2		5.5	8.00	6.30
3.15			6.70	10.00	6.70	3.07	4.03	2.8		7.0	10.00	8.00
4.00			8.50	12.50	8.50	3.90	5.05	3.5		8.9	12.50	10.00
(5.00)			10.60	16.00	10.60	4.85	6.41	4.4		11.2	16.00	12.50
6.30			13.20	18.00	16.20	5.98	7.36	5.5		14.0	20.00	16.00
(8.00)			17.00	22.40	17.00	7.79	9.36	7.0		17.9	25.00	20.00
10.00			21.20	28.00	21.20	9.70	11.66	8.7		22.5	31.50	25.00

注：1. 括号内尺寸尽量不用。

2. 不要求保留中心孔的零件采用 A 型；要求保留中心孔的零件采用 B 型。

第5章　表 面 结 构

5.1　术语介绍

本节摘自 GB/T 3505—2009。

（1）表面结构：是在有限区域上的表面粗糙度、表面波纹度、纹理方向、表面几何形状及表面缺陷等表面特征的总称。它是出自几何表面的重复或偶然的偏差，这些偏差形成该表面的三维形貌。

（2）取样长度 l 与评定长度 l_n：l——用于判别具有表面粗糙度特征的一段基准线长度；l_n——评定被测轮廓所必须的一段长度，它可包括一个或几个取样长度（图5-1）。

（3）中线：具有几何轮廓形状并划分轮廓的基准线，在取样长度内使轮廓线上各点的轮廓偏距的平方和为最小。

（4）轮廓算术平均偏差 Ra：在取样长度 l 内，轮廓偏距绝对值的算术平均值（图5-2）。

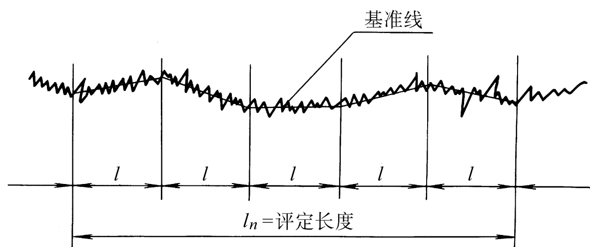


图　5-1

$$Ra = \frac{1}{l}\int_0^l |z(x)|\,dx$$

或

$$Ra \approx \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} |z_i|$$

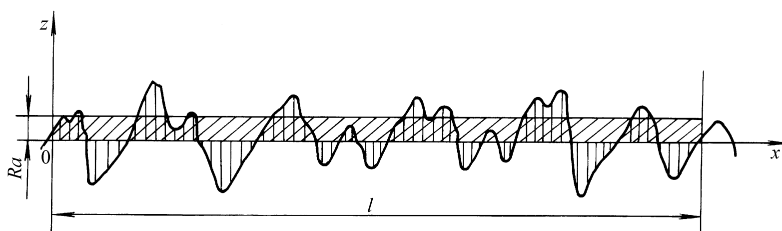


图　5-2

（5）轮廓最大高度 Rz：在取样长度 l 内，轮廓峰顶线和轮廓谷底线之间的距离（图5-3）。

$$Rz = Z_p + Z_v$$

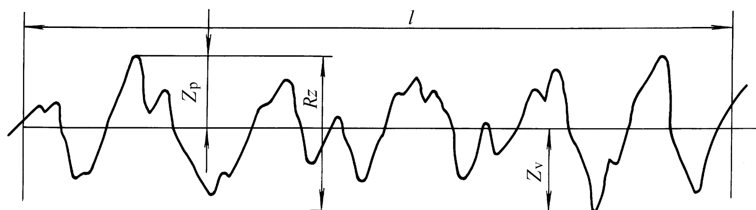


图　5-3

（6）轮廓的单峰平均间距 S 与轮廓微观不平度的平均间距 S_m：S——在取样长度 l 内，轮廓的单峰间距的平均值。而轮廓的单峰间距则表示两相邻轮廓单峰的最高点之间的距离投影在中线上的长度（图 5-4）。S_m——在取样长度 l 内，轮廓微观不平度的间距的平均值。而轮廓微观不平度的间距则表示含有一个轮廓峰和相邻轮廓谷的一段中线长度（图 5-5）。

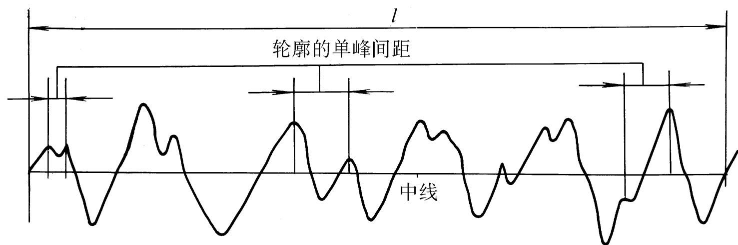


图 5-4

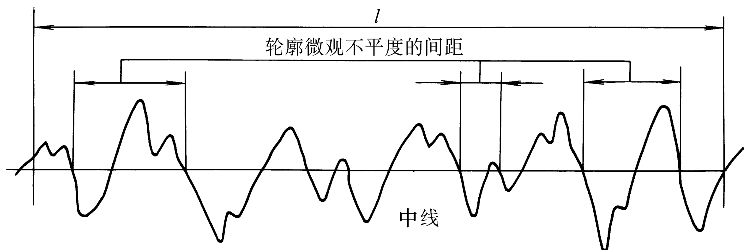


图 5-5

（7）轮廓支承长度 η_p 与轮廓支承长度率 t_p：η_p——在取样长度 l 内，一条平行于中线的线与轮廓相截所得到的各段截线长度之和（图 5-6），$\eta_p = b_1 + b_2 + \cdots + b_i + \cdots + b_n$。$t_p$——对应于不同的水平截距 c 所给出的轮廓支承长度 η_p 与取样长度 l 之比。

$$t_p = \frac{\eta_p}{l}$$

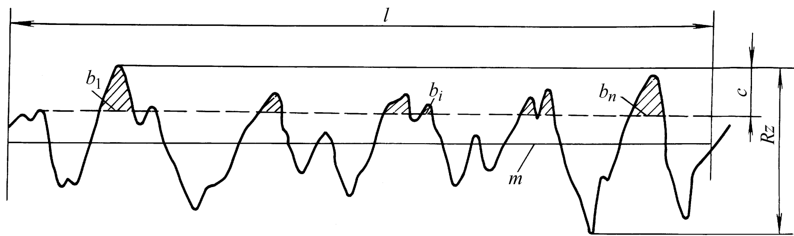


图 5-6

5.2 表面结构的符号

本节摘自 GB/T 131—2006。

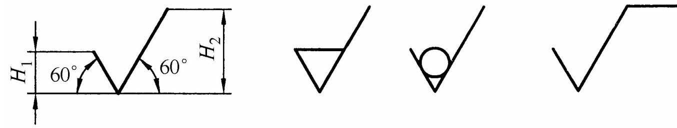
1. 表面结构符号的意义（表 5-1）

表 5-1　表面结构符号的意义

符　　号	意　义　及　说　明
	基本图形符号，对表面结构有要求的图形符号，简称基本符号。没有补充说明时不能单独使用
	扩展图形符号，基本符号上加一短横，表示指定表面是用去除材料的方法获得。例如：车、铣、钻、磨、剪切、抛光、腐蚀、电火花加工、气割等
	扩展图形符号，基本符号上加一小圆，表示表面是用不去除材料的方法获得。例如：铸、锻、冲压变形、热轧、冷轧、粉末冶金等，或者是用于保持原供应状况的表面（包括保持上道工序形成的表面）
	完整图形符号，当要求标注表面结构特征的补充信息时，在允许任何工艺图形符号的长边上加一横线。在文本中用文字 APA 表示
	完整图形符号，当要求标注表面结构特征的补充信息时，在去除材料图形符号的长边上加一横线。在文本中用文字 MRR 表示
	完整图形符号，当要求标注表面结构特征的补充信息时，在不去除材料图形符号的长边上加一横线。在文本中用文字 NMR 表示

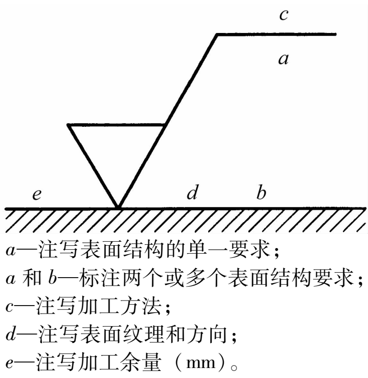
2. 表面结构符号的画法（图 5-7）

3. 表面结构的数值及有关规定在符号中注写的位置（图 5-8）



尺寸 H_1、H_2 见表 5-2。

图　5-7



a—注写表面结构的单一要求；
a 和 *b*—标注两个或多个表面结构要求；
c—注写加工方法；
d—注写表面纹理和方向；
e—注写加工余量（mm）。

图　5-8

4. 表面结构符号的尺寸（表 5-2）

表 5-2　表面结构符号的尺寸　　（单位：mm）

数字和字母高度 *h*	2.5	3.5	5	7	10	14	20
符号线宽 d' / 字母线宽	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
高度 H_1	3.5	5	7	10	14	20	28
高度 H_2（最小值）①	7.5	10.5	15	21	30	42	60

① H_2 取决于标注内容。

5.3　表面结构符号、代号的标注

本节摘自 GB/T 131—2006。表面结构标注图例见表 5-3。

表 5-3　表面结构标注图例

图　　例	说　　明
Ra0.8　Rz3.2　Rz12.5　Ra1.6	表面结构的注写和读取方向与尺寸的注写和读取方向一致
Rz12.5　Rz6.3　Ra1.6　Ra1.6　Rz12.5　Rz6.3	必要时，表面结构符号可用带箭头或黑点的指引线引出标注
Rz6.3　Rz1.6　① Ra3.2　Rz6.3　Rz1.6　Ra3.2 (Rz1.6　Rz6.3) ②	如果零件的多数（包括全部）表面有相同的表面结构要求，则其表面结构要求可统一标注在图样的标题栏附近。此时（除全部表面有相同要求的情况外），表面结构要求的符号后面应有： ①在圆括号内给出无任何其他标注的基本符号 ②在圆括号内给出不同的表面结构要求，不同的表面结构要求应直接标注在图形中
z　y　z = U Rz 1.6 L Ra 0.8　y = Ra3.2	当多个表面具有相同的表面结构要求或图纸空间有限时，可以采用简化注法。用带字母的完整符号，以等式的形式，在图形或标题栏的附近，对有相同表面结构要求的表面进行简化标注

（续）

图　　例	说　　明
√ = √Ra 3.2 √ = √Ra 3.2 √ = √Ra 3.2	还可用左图的表面结构符号，以等式的形式给出多个表面共同的表面结构要求
Fe/Ep·Cr25b Ra 0.8 Rz 1.6 φ50h7	由几种不同的工艺方法获得的同一表面，当需要明确每种工艺方法的表面结构要求时的标注方法
Ra1.6 R2 Ra6.3 Rz 12.5 φ10	表面结构和尺寸可以一起标注在延长线上或分别标注在轮廓线和尺寸界线上

当需要控制表面加工纹理方向时，可在符号的右边加注加工纹理方向符号，常见的各种加工纹理方向符号见表 5-4。

表 5-4　表面纹理的标注

符　　号	说　　明	示　意　图
＝	纹理平行于视图所在的投影面	＝ 纹理方向

（续）

符　　号	说　　　明	示　　意　　图
⊥	纹理垂直于视图所在的投影面	⊥ 纹理方向
X	纹理呈两斜向交叉且与视图所在的投影面相交	X 纹理方向
M	纹理呈多方向	M
C	纹理呈近似同心圆且圆心与表面中心相关	C
R	纹理呈近似放射状且与表面圆心相关	R
P	纹理呈微粒、凸起，无方向	P

注：如果表面纹理不能清楚地用这些符号表示，必要时，可以在图样上加注说明。

5.4 新国标表面结构高度参数 *Ra*、*Rz* 的数值与旧国标表面光洁度等级的对照（表 5-5）

表 5-5 *Ra* 及 *Rz* 与光洁度等级对照

轮廓算术平均偏差值 *Ra*/μm	轮廓微观不平度十点高度值 *Rz*/μm	光洁度级别代号	取样长度 *l*/mm
>40～80	>160～320	▽1	
>20～40	>80～160	▽2	8
>10～20	>40～80	▽3	
>5～10	>20～40	▽4	
>2.5～5	>10～20	▽5	2.5
>1.25～2.5	>6.3～10	▽6	
>0.63～1.25	>3.2～6.3	▽7	0.8
>0.32～0.63	>1.6～3.2	▽8	
>0.16～0.32	>0.8～1.6	▽9	
>0.08～0.16	>0.4～0.8	▽10	
>0.04～0.08	>0.2～0.4	▽11	0.25
>0.02～0.04	>0.1～0.2	▽12	
>0.01～0.02	>0.05～0.1	▽13	
≤0.01	≤0.05	▽14	0.08

5.5 确定表面结构高度参数 *Ra* 的参考因素

表面结构的高度参数，可参考表 5-6～表 5-9 予以确定。

表 5-6 根据零件表面的作用确定 *Ra* 的参考值

表面结构代号	表面特征	相应的加工方法	适 用 范 围
NMR	除净毛口	铸、锻、冷轧、热轧、冲压	非加工的平滑表面，如砂型铸造的零件表面、冷铸压力铸造、轧材、锻压、热压及各种型锻的表面等
MRR *Ra*50 MRR *Ra*25	可见明显的刀痕	粗车、镗、刨、钻等	粗制后所得到的粗加工表面，为粗糙度最高加工面，一般很少采用
MRR *Ra*12.5	微见刀痕	粗车、刨、立铣、平铣、钻等	比较精确的粗加工表面，一般非结合的加工表面均采用此级粗糙度；如轴端面、倒角、钻孔、齿轮及带轮的侧面，键槽的非工作面、垫圈的接触面积和轴承的支承面等
MRR *Ra*6.3	可见加工痕迹	车、镗、刨、钻、平铣、立铣、锉、粗铰、磨、铣齿	半精加工表面。不重要零件的非配合表面，如支柱、轴、支架、外壳、衬套、盖等的端面；紧固件的自由表面：如螺栓、螺钉和螺母等表面；不要求定心及配合特性的表面，如用钻头钻的螺栓孔、螺钉孔及铆钉孔；固定支承表面，如与螺栓头及铆钉头相接触的表面 带轮、联轴器、凸轮、偏心轮的侧面、平键及键槽的上下面、斜键侧面等

（续）

表面结构代号	表面特征	相应的加工方法	适　用　范　围
MRR *Ra*3.2	微见加工痕迹	车、镗、刨、铣、刮1～2点/cm^2、拉、磨、锉、滚压、铣齿	半精加工表面和其他零件连接但不是配合表面，如外壳、座架盖、凸耳、端面和扳手及手轮的外圆；要求有定心及配合特性的固定支承表面，如定心的轴肩、键及键槽的工作表面；不重要的紧固螺纹的表面、非传动用的梯形螺纹、锯齿形螺纹表面、轴毛毡圈摩擦面、燕尾槽的表面等
MRR *Ra*1.6	看不见加工痕迹	车、镗、刨、铣、铰、拉、磨、滚压、刮1～2点/cm^2、铣齿	接近于精加工表面，要求有定心（不精确的定心）及配合特性的固定支承表面，如衬套、轴承和定位销压入孔；不要求定心及配合特性的活动支承面；如活动关节、花键结合、8级齿轮齿面、传动螺纹工作表面、低速（30～60r/min）的轴颈（$d<50$mm）、楔形键及槽的上下面、轴承盖凸肩表面（对中心用）、端盖内侧面等
MRR *Ra*0.8	可辨加工痕迹的方向	车、镗、拉、磨、立铣、铰、刮3～10点/cm^2、滚压	要求保证定心及配合特性的表面，如锥形销和圆柱销的表面、G级与F级精度的球轴承的配合面、按滚动轴承的孔、滚动轴承的轴颈、中速（60～120r/min）转动的轴颈、静连接IT7公差等级的孔、动连接IT9公差等级的孔；不要求保证定心及配合特性的活动支承面，如高精度的活动球状接头表面、支承垫圈、套齿叉形件、磨削的轮齿
MRR *Ra*0.4	微辨加工痕迹的方向	铰、磨、刮3～10点/cm^2、镗、拉、滚压	要求能长期保持所规定的配合特性的IT5～IT6的轴和孔的配合表面；高速（120r/min以上）工作下的轴颈及衬套的工作面；间隙配合中IT7公差等级的孔、7级精度的齿轮工作面、蜗杆齿面（7～8级精度）、与滚动轴承相配合的轴颈 要求保证定心及配合特性的表面，如滑动轴承轴瓦的工作表面；不要求保证定心及结合特性的活动支承面，如导杆、推杆表面；工作时受反复应力的重要零件，在不破坏配合特性下，工作要保证其耐久性和疲劳强度所要求的表面，如受力螺栓的圆柱表面、曲轴和凸轮轴的工作面
MRR *Ra*0.2	不可辨加工痕迹的方向	布轮磨、磨、研磨、超级加工	工作时承受反复应力的重要零件表面，保证零件的疲劳强度、防腐性和耐久性，并在工作时不破坏配合特性的表面，如轴颈表面、活塞和柱塞表面（30r/min）等 IT5～IT6公差等级配合的表面，3、4、5级精度齿轮的工作表面，与C级精度滚动轴承相配合的轴颈
MRR *Ra*0.1	暗光泽面	超级加工	工作时承受较大反复应力的重要零件表面，保证零件的疲劳强度、耐蚀性及在活动接头工作中的耐久性的一些表面，如活塞销的表面、液压传动用孔的表面
MRR *Ra*0.05	亮光泽面	超级加工	精密仪器及附件的摩擦面、量具工作面
MRR *Ra*0.025	镜状光泽面		
MRR *Ra*0.012	雾状镜面		
MRR *Ra*0.01	镜面		

表 5-7　公差等级与 *Ra* 的对应关系

公差等级 IT	轴		孔	
	基本尺寸/mm	表面结构代号	基本尺寸/mm	表面结构代号
5	<6	MRR *Ra*0. 1	<6	MRR *Ra*0. 1
	>6～30	MRR *Ra*0. 2	>6～30	MRR *Ra*0. 2
	>30～180	MRR *Ra*0. 4	>30～180	MRR *Ra*0. 4
	<180～500	MRR *Ra*0. 8	>180～500	MRR *Ra*0. 8
6	<10	MRR *Ra*0. 2	<50	MRR *Ra*0. 4
	<10～80	MRR *Ra*0. 4		
	<80～250	MRR *Ra*0. 8	>50～250	MRR *Ra*0. 8
	<250～500	MRR *Ra*1. 6	>250～500	MRR *Ra*1. 6
7	<6	MRR *Ra*0. 4	<6	MRR *Ra*0. 4
	>6～120	MRR *Ra*0. 8	>6～80	MRR *Ra*0. 8
	>120～500	MRR *Ra*1. 6	>80～500	MRR *Ra*1. 6
8	<3	MRR *Ra*0. 4	<3	MRR *Ra*0. 4
	>3～50	MRR *Ra*0. 8	>3～30	MRR *Ra*0. 8
			>30～250	MRR *Ra*1. 6
	>50～500	MRR *Ra*1. 6	>250～500	MRR *Ra*3. 2
9	<6	MRR *Ra*0. 8	<6	MRR *Ra*0. 8
	>6～120	MRR *Ra*1. 6	>6～120	MRR *Ra*1. 6
	>120～400	MRR *Ra*3. 2	>120～400	MRR *Ra*3. 2
	>400～500	MRR *Ra*6. 3	>400～500	MRR *Ra*6. 3
10	<10	MRR *Ra*1. 6	<10	MRR *Ra*1. 6
	>10～120	MRR *Ra*3. 2	>10～180	MRR *Ra*3. 2
	>120～500	MRR *Ra*6. 3	>180～500	MRR *Ra*6. 3
11	<10	MRR *Ra*1. 6	<10	MRR *Ra*1. 6
	>10～120	MRR *Ra*3. 2	>10～120	MRR *Ra*3. 2
	>120～500	MRR *Ra*6. 3	>120～500	MRR *Ra*6. 3
12	<80	MRR *Ra*3. 2	<80	MRR *Ra*3. 2
	>80～250	MRR *Ra*6. 3	>80～250	MRR *Ra*6. 3
	>250～500	MRR *Ra*12. 5	>250～500	MRR *Ra*12. 5
13	<30	MRR *Ra*3. 2	<30	MRR *Ra*3. 2
	>30～120	MRR *Ra*6. 3	>30～120	MRR *Ra*6. 3
	>120～500	MRR *Ra*12. 5	>120～500	MRR *Ra*12. 5

表 5-8　与常用、优先公差带相适应的 *Ra* 值

公差带代号	基本尺寸/mm												
	<30	>3~6	>6~10	>10~18	>18~30	>30~50	>50~80	>80~120	>120~180	>180~250	>250~315	>315~400	>400~500
h1、js1、H1、JS1	MRR*Ra*0.025	MRR*Ra*0.025	MRR*Ra*0.025	MRR*Ra*0.025	MRR*Ra*0.025	MRR*Ra*0.05	MRR*Ra*0.05	MRR*Ra*0.05	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2
h2、js2、H2、JS2	MRR*Ra*0.025	MRR*Ra*0.025	MRR*Ra*0.025	MRR*Ra*0.05	MRR*Ra*0.05	MRR*Ra*0.05	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2
h3、js3、H3、JS3	MRR*Ra*0.05	MRR*Ra*0.05	MRR*Ra*0.05	MRR*Ra*0.05	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4
g4、h4、js4、k4、m4、n4、r4、s4	MRR*Ra*0.05	MRR*Ra*0.05	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4
H4、JS4、K4、M4	MRR*Ra*0.05	MRR*Ra*0.05	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4
f5、g5、h5、j5、js5、k5 m5、n5、p5、r5、s5、t5 u5、v5、x5、y5、z5	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8
G5、H5、JS5、K5、M5 N5、P5、R5、S5	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.1	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8
e6、f6、g6、h6、j6、js6 k6、m6、n6、p6、r6、s6 t6、u6、v6、x6、y6、z6	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.2	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6
F6、G6、H6、J6、JS6、K6、M6、N6、P6、R6、S6、T6、U6、V6、X6、Y6、Z6	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6
d7、e7、f7、g7、h7、j7、js7、k7、m7、n7、p7、r7、s7、t7、u7、v7、x7、y7、z7	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6
D7、E7、F7、G7、H7、J7、JS7、K7、M7、N7、P7、S7、T7、U7、V7、X7、Y7、Z7	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6
c8、d8、e8、f8、g8、h8、js8、k8、m8、n8、p8、r8、s8、t8、u8、v8、x8、y8、z8	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6
C8、D8、E8、F8、G8、H8、J8、JS8、K8、M8、N8、P8、R8、S8、T8、U8、V8、Y8、Z8	MRR*Ra*0.4	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2
a9、b9、c9、d9、e9、f9、h9、js9	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3
A9、B9、C9、D9、E9、F9、H9、JS9、N9、P9	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*0.8	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3
a10、b10、c10、d10、e10、h10、js10	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3
A10、B10、C10、D10、E10、H10、JS10	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3
a11、b11、c11、d11、h11、js11	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3
A11、B11、C11、D11、H11、JS11	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*1.6	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3
g12、b12、c12、h12、js12	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*12.5	MRR*Ra*12.5	MRR*Ra*12.5
A12、B12、C12、H12、JS12	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*12.5	MRR*Ra*12.5	MRR*Ra*12.5
a13、b13、c13、h13、js13、H13、JS13	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*3.2	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*6.3	MRR*Ra*12.5	MRR*Ra*12.5	MRR*Ra*12.5	MRR*Ra*12.5

注：1. 本表适用于一般机械，并且不考虑形状公差对表面结构的要求。

2. 对特殊的配合件，如孔、轴公差等级相差较大时，应按较高等级公差带选取 *Ra* 值。

3. *Ra*、*Rz* 的单位为 μm。

表 5-9　各种加工方法所能达到的 *Ra* 值

加工方法		表面结构													
		MRR *Ra*0.006	MRR *Ra*0.012	MRR *Ra*0.025	MRR *Ra*0.05	MRR *Ra*0.1	MRR *Ra*0.2	MRR *Ra*0.4	MRR *Ra*0.8	MRR *Ra*1.6	MRR *Ra*3.2	MRR *Ra*6.3	MRR *Ra*12.5	MRR *Ra*25	MRR *Ra*50
砂模铸造												—	—	—	—
型壳铸造												—	—	—	—
金属模铸造										—	—	—	—	—	
离心铸造										—	—	—	—		
精密铸造									—	—	—	—			
蜡模铸造								—	—	—	—	—			
压力铸造								—	—	—	—				
热轧												—	—	—	—
模锻										—	—	—	—	—	—
冷轧							—	—	—	—	—	—			
挤压								—	—	—	—	—			
冷拉							—	—	—	—	—				
锉								—	—	—	—	—	—		
刮削								—	—	—	—	—			
刨削	粗											—	—	—	
	半精									—	—				
	精							—	—						
插削										—	—	—	—		
钻孔									—	—	—	—	—		
扩孔	粗											—	—		
	精									—	—				
金刚镗孔					—	—	—								
镗孔	粗											—	—	—	
	半精								—	—	—				
	精							—	—						
铰孔	粗									—	—	—			
	半精							—	—	—					
	精					—	—	—	—						
拉削	半精							—	—	—					
	精					—	—								
滚铣	粗										—	—	—		
	半精								—	—	—				
	精							—	—						
端面铣	粗										—	—			
	半精							—	—	—	—				
	精						—	—	—						
车外圆	粗											—	—		
	半精									—	—	—			
	精						—	—	—						
金刚车				—	—	—									
车端面	粗											—	—		
	半精									—	—	—			
	精							—	—						
磨外圆	粗								—	—	—				
	半精						—	—	—						
	精			—	—	—	—								

（续）

加工方法		表面结构													
		MRR *Ra*0.006	MRR *Ra*0.012	MRR *Ra*0.025	MRR *Ra*0.05	MRR *Ra*0.1	MRR *Ra*0.2	MRR *Ra*0.4	MRR *Ra*0.8	MRR *Ra*1.6	MRR *Ra*3.2	MRR *Ra*6.3	MRR *Ra*12.5	MRR *Ra*25	MRR *Ra*50
磨平面	粗									—					
	半精							—	—						
	精			—	—	—	—								
珩磨	平面			—	—	—	—	—	—						
	圆柱		—	—	—	—	—								
研磨	粗						—	—	—						
	半精				—	—	—								
	精		—	—	—										
抛光	一般					—	—	—	—						
	精		—	—	—										
滚压抛光					—	—	—	—	—	—					
超精加工	平面		—	—	—	—	—								
	圆柱	—	—	—	—	—	—								
化学磨									—	—	—	—	—		
电解磨			—	—	—	—	—	—	—						
电火花加工									—	—	—	—	—		
切割	气割											—	—	—	—
	锯									—	—	—	—	—	—
	车										—	—	—		
	铣												—	—	
	磨									—	—				
螺纹加工	丝锥板牙								—	—	—				
	梳铣								—	—	—				
	滚						—	—							
	车								—	—	—	—			
	搓螺纹								—	—	—				
	滚压							—	—	—					
	磨						—	—	—						
	研磨				—	—	—	—	—						
齿轮及花键加工	刨								—	—	—				
	滚								—	—	—				
	插								—	—	—				
	磨					—	—	—							
	剃						—	—	—						

注：本表适用于钢及有色金属加工。

第 6 章　极限与配合

6.1　术语介绍

本节摘自 GB/T 1800.1—2009。

（1）尺寸：用特定单位表示线性尺寸值的数值。

（2）公称尺寸：由图样规范确定的理想形状要素的尺寸。通过它应用上、下极限偏差可算出极限尺寸的尺寸。

（3）提取组成要素的局部尺寸：一切提取组成要素上两对应点之间距离的统称。

（4）极限尺寸：尺寸要素允许的尺寸的两个极端。提取组成要素的局部尺寸应位于其中，也可达到极限尺寸。

尺寸要素允许的最大尺寸称为上极限尺寸；尺寸要素允许的最小尺寸称为下极限尺寸。

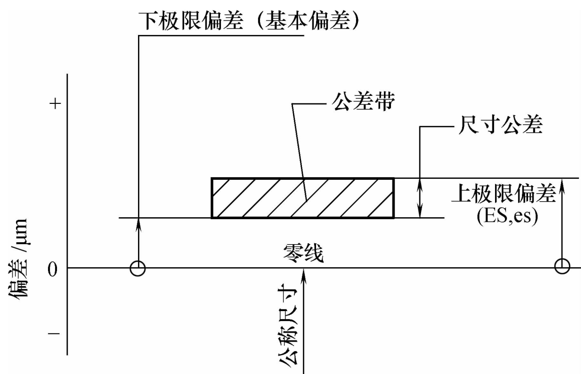


图　6-1

（5）偏差：某一尺寸减其公称尺寸所得的代数差。

上极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差称为上极限偏差；下极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差称为下极限偏差。上极限偏差与下极限偏差统称为极限偏差。偏差可以为正、负或零值。

（6）尺寸公差（简称公差）：允许尺寸的变动量。

公差等于上极限尺寸减下极限尺寸；也等于上极限偏差减下极限偏差。

（7）零线：在极限与配合图解中，表示公称尺寸的一条直线，以其为基准确定偏差和公差。

（8）公差带：在公差带图中，由代表上、下极限偏差的两条直线所限定的一个区域。公差带图如图 6-1 所示。

（9）标准公差：国家标准（GB/T 1800.2—2009）表列的、用以确定公差带大小的任一公差。

（10）标准公差等级：确定尺寸精确程度的等级。

标准公差分为 20 级，即：IT01、IT0、IT1……IT18。其中 IT 表示标准公差，阿拉伯数字表示公差等级，从 IT01 ~ IT18 等级依次降低。各级标准公差的数值见本章附表 6-1。

（11）基本偏差：国家标准（GB/T 1800.2—2009）所定的，用以确定公差带相对于零线位置的上极限偏差或下极限偏差，一般为靠近零线的那个偏差。

基本偏差的代号用拉丁字母表示，大写的为孔，小写的为轴。在 26 个字母中，除去容易与其他含义混淆的 I、L、O、Q、W（i、l、o、q、w）5 个字母外，再加上用两个字母 CD、EF、FG、JS、ZA、ZB、ZC（cd、ef、fg、js、za、zb、zc）表示的 7 个，共有 28 个代号。其中 H 代表基准孔，h 代表基准轴。基本偏差系列如图 6-2 所示。

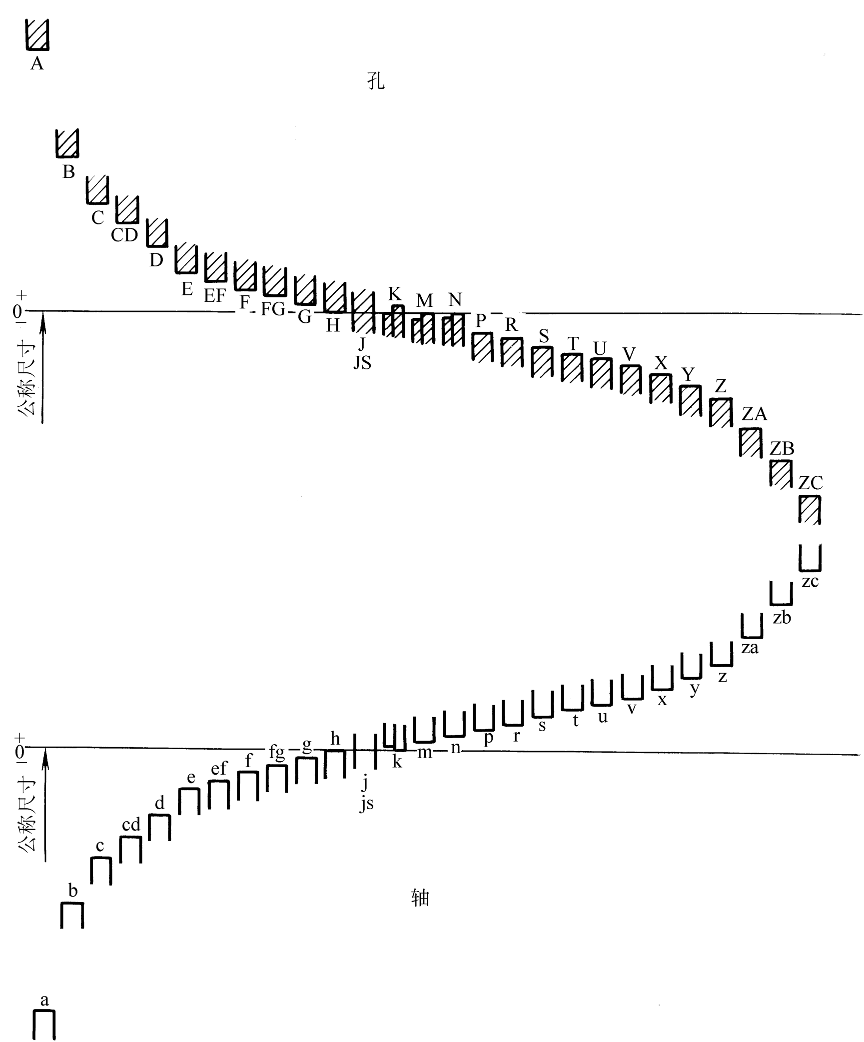


图 6-2

（12）配合：公称尺寸相同的，相互结合的孔和轴公差带之间的关系。

（13）间隙或过盈：孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得的代数差。此差值为正时是间隙，为负时是过盈。

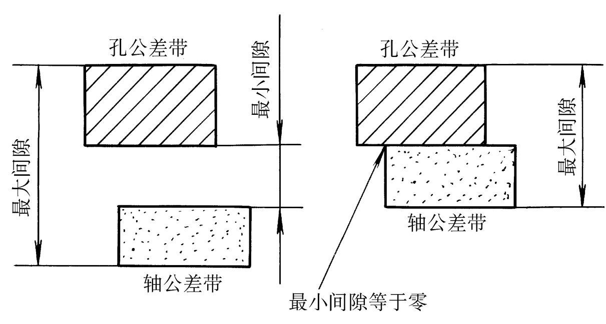


图 6-3

（14）间隙配合：具有间隙（包括最小间隙等于零）的配合。此时，孔的公差带在轴的公差带之上，如图 6-3 所示。

（15）过盈配合：具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合。此时，

孔的公差带在轴的公差带之下，如图 6-4 所示。

（16）过渡配合：可能具有间隙或过盈的配合。此时，孔的公差带与轴的公差带相互交叠。

（17）配合公差：允许间隙或过盈的变动量。

配合公差对间隙配合，等于最大间隙与最小间隙之代数差的绝对值；对过盈配合，等于最小过盈与最大过盈之代数差的绝对值；对过渡配合，等于最大间隙与最大过盈之代数差的绝对值。

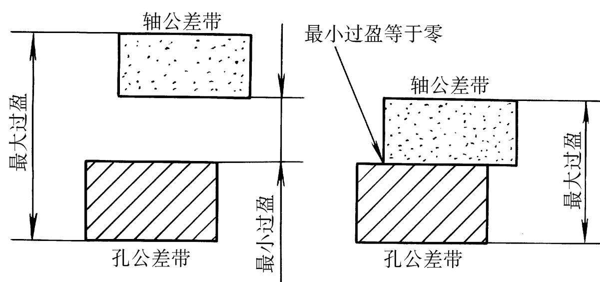


图 6-4

（18）基孔制：基本偏差为一定的孔的公差带，与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度。

基孔制的孔为基准孔，GB/T 1800. 1 规定基准孔的下偏差为零。

（19）基轴制：基本偏差为一定的轴的公差带，与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度。

基轴制的轴为基准轴，GB/T 1800. 1 规定基准轴的上极限偏差为零。

6. 2 公差与配合在图样中的标注

6. 2. 1 尺寸公差在零件图中的注法

在零件图中标注尺寸公差有三种形式（图 6-5）：

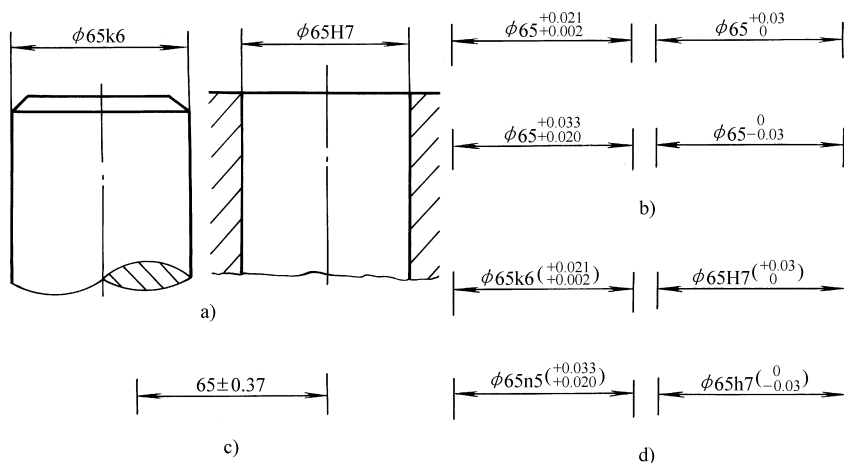


图 6-5

（1）标注公差带代号（图 a）。公差带代号由基本偏差代号及标准公差等级代号组成，注在公称尺寸的右边，代号字体与尺寸数字字体的高度相同。这种注法一般用于大批量生产，由专用量具检验零件的尺寸。

(2) 标注极限偏差（图 b)。上极限偏差注在公称尺寸的右上方，下极限偏差与公称尺寸注在同一底线上，偏差数字的字体比尺寸数字的字体小一号，小数点必须对齐，小数点后的位数也必须相同。当某一偏差为“零”时，用数字“0”标出，并与上极限偏差或下极限偏差的小数点前的个位数对齐。这种注法用于少量或单件生产。

当上、下极限偏差值相同时，偏差值只需注一次，并在偏差值与公称尺寸之间注出“±”符号，偏差数值的字体高度与尺寸数字的字体相同（图 c)。

(3) 公差带代号与极限偏差一起标注（图 d)。偏差数值注在尺寸公差带代号之后，并加圆括号。这种注法在设计过程中因便于审图，故使用较多。

6.2.2 配合关系在装配图中的注法

在装配图中标注两个零件的配合关系有两种形式：

(1) 标注公差带代号（图 6-6a)。用分数的形式注出，分子为孔的公差带代号，分母为轴的公差带代号。

当标注标准件、外购件与零件（轴或孔）的配合关系时，可仅标注相配零件的公差带代号（图 6-6b)。

(2) 标注极限偏差（图 6-7)。尺寸线的上方为孔的极限偏差，尺寸线的下方为轴的极限偏差。图 6-7c 明确指出了装配件的代号。

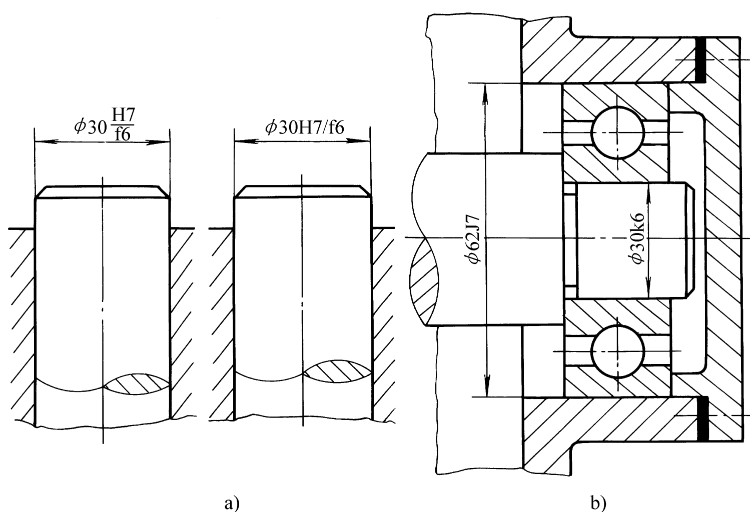


图 6-6

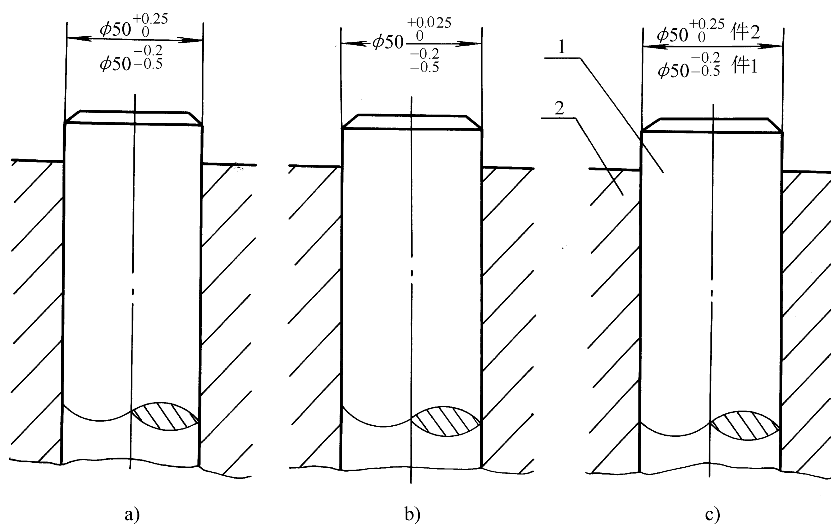


图 6-7

6.3 基准制、公差及配合的选择

6.3.1 基准制的选择

（1）在机器制造业中（例如机床、汽车、拖拉机、动力机械、机车制造等）广泛使用的是基孔制。采用基孔制可以节省生产劳动量及减少孔加工刀具与尺寸系列,从而降低生产成本。

（2）基轴制常用于纺织机械及农业机械的制造业中。在这类机器中，经常见到在一根光轴上装有几个不同的零件。因此，采用基轴制可以使同一轴径与不同零件的孔（公称尺寸相同）有不同的配合要求。

表 6-1 公差等级的优先选择

选择顺序	公差等级	说　　明
优先选择	IT9	为基本公差等级。用于机构中的一般连接或配合；配合要求有高度互换性；装配为中等精度
	IT6 IT7	用于机构中的重要连接或配合；配合要求有高度均匀性和互换性；装配要求精确，使用要求可靠
	IT11	用于对配合要求不很高的机构
	IT7 IT8	应用场合与 IT6、IT7 的类似，但要求条件较低。基本上用在过渡配合
其次选择	IT12	用于要求较低机构中的次要连接或配合；虽间隙较大而不致影响使用
再次选择	IT10	应用场合与 IT9 的类似，但要求可较低
	IT5 IT6	用于机构中极精确的配合处；配合公差要求很小，而且形状精度很高
IT14 IT15 IT16		用于粗加工的尺寸，以及锻、热冲、砂模及硬模铸造、轧制及焊接所成的毛坯和半制成品的尺寸。一般用于自由尺寸或工序间的公差

表 6-2 公差等级与尺寸精确程度的对应关系

应　　用	公差等级（IT）																			
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
量　块	—	—	—																	
量　规			—	—	—	—	—	—	—											
配合尺寸							—	—	—	—	—	—	—	—	—					
特别精密配合				—	—	—	—													
非配合尺寸														—	—	—	—	—	—	—
原材料尺寸										—	—	—	—	—	—	—				

有时，为了与外购件相配，也需采用基轴制。例如：与滚动轴承外圈相配的轴承孔。

6.3.2 公差等级的选择

公差等级的选择既取决于使用要求，也要考虑加工的经济性，表6-1、表6-2、表6-3可以作为选择公差等级的参考。

表6-3 公差等级与加工方法的对应关系

加工方法	公差等级（IT）																			
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
研磨	—	—	—	—	—	—	—													
珩						—	—	—	—											
圆磨							—	—	—	—										
平磨							—	—	—	—										
金钢石车							—	—	—											
金钢石镗							—	—	—											
拉削							—	—	—	—										
铰孔								—	—	—	—	—								
车									—	—	—	—	—							
镗									—	—	—	—	—							
铣										—	—	—	—							
刨、插												—	—							
钻												—	—	—	—					
滚压、挤压												—	—							
冲压												—	—	—	—	—				
压铸													—	—	—	—				
粉末冶金成形								—	—	—										
粉末冶金烧结									—	—	—	—								
砂型铸造、气割																		—	—	—
锻造																	—	—		

6.3.3 配合的选择（表6-4、表6-5）

表6-4 优先配合的选用

优先配合		说明
基孔制	基轴制	
$\frac{H11}{c11}$	$\frac{C11}{h11}$	间隙非常大的配合。用于装配方便的、很松的、转动很慢的间隙配合；要求大公差与大间隙的外露组件。相当于旧国标D6/dd6
$\frac{H9}{d9}$	$\frac{D9}{h9}$	间隙很大的自由转动配合。用于精度非主要要求，或温度变动大、高速或大轴颈压力时。相当于旧国标D4/de4
$\frac{H8}{f7}$	$\frac{F8}{h7}$	间隙不大的转动配合。用于速度及轴颈压力均为中等的精确转动；也用于中等精度的定位配合。相当于旧国标D/dc

（续）

优先配合		说明
基孔制	基轴制	
H7/g6	G7/h6	间隙很小的转动配合。用于要求自由转动、精密定位时。相当于旧国标 D/db
H7/h6 H8/h7 H9/h9 H11/h11	H7/h6 H8/h7 H9/h9 H11/h11	均为间隙定位配合。零件可以自由装拆，而工作时一般相对静止不动。在最大实体条件下间隙为零；在最小实体条件下间隙由公差等级决定。H7/h6 相当于 D/d，H8/h7 相当于 D3/d3，H9/h9 相当于 D4/d4，H11/h11 相当于 D6/d6
H7/k6	K7/h6	过渡配合。用于精密定位，相当于旧国标 D/gc
H7/n6	N7/h6	过渡配合。允许有较大过盈的更精密定位，相当于旧国标 D/ga
H7/p6	P7/h6	过盈定位配合，即小过盈配合。用于定位精度特别重要时，能以最好的定位精度达到部件的刚性及对中性要求，而对内孔承受压力无特殊要求，不依靠配合的紧固传递摩擦载荷。H7/p6 相当于 D/ga～D/jf
H7/s6	S7/h6	中等压入配合。用于一般钢件或薄壁件的冷缩配合。用于铸铁可得到最紧的配合。相当于旧国标 D/je
H7/u6	U7/h6	压入配合。用于可以受高压力的零件，或不宜承受大压力的冷缩配合

表 6-5　一些典型配合的特性及应用实例

配合种类	装配方法	配合特性及使用条件	应用实例
H7/z7	温差法	用于传递巨大转矩或承受较大冲击载荷。配合处不用其他连接件或紧固件。零件材料的许用应力较大	钢与轻合金或塑料等不同材料的配合；中小型交流电动机轴壳上绝缘体与接触环的配合
H7/u6　U7/h6 H8/u8　U8/h8			车轮轮箍与轮心、联轴器与轴、轧钢设备中辊子与心轴、轧钢机的主传动联轴节的配合
H7/s6 R7/h6　S7/h6	压力机压入或温差法	多用于传递较小转矩。传递较大转矩时，要分组选择装配才可靠。也用于承受反复载荷的薄壁轴套与孔的配合。当零件材料强度不够时用以代替重级过盈配合，但要加紧固件	H7/s6 为优先配合，应用极为广泛。例如：减速器中的轴与蜗轮、空压机的连杆头与衬套、辊道辊子与轴、大中型减速器中低速级齿轮与轴的配合（当键联结为辅助固定装置时）
H8/s7			H8/s7 为常用配合，当分组装配时可代替 H7/s6，如蜗轮青铜轮缘与轮心、轴套与轴承座的配合
H7/r6		多用于承受很小的转矩和轴向力的地方，或不受转矩和轴向力但要求无相对运动，或偶有移动亦无大影响的地方。传递转矩时需加紧固件。用于材料强度较低的零件	受反复载荷的薄壁套筒、重型载荷的齿轮与轴的连接（附加键）、软填料的圆柱形填料壳体与衬套、车床齿轮箱中的齿轮与衬套、蜗轮青铜轮缘与轴心、轴与联轴器的配合

（续）

配合种类	装配方法	配合特性及使用条件	应用实例
$\frac{H7}{n6}$ $\frac{N7}{h6}$ $\frac{H8}{n7}$ $\frac{N8}{h7}$	压力机压入	可承受很大转矩、振动及冲击，但需加紧固件。同轴度及配合紧密性很好，不经常拆卸	爪形联轴器与轴的配合、链轮轮缘与轮心、蜗轮青铜轮缘及轮心、破碎机等振动机械的齿轮与轴的配合
$\frac{H7}{m6}$ $\frac{M7}{h6}$ $\frac{H8}{m7}$ $\frac{M8}{h7}$	锤子打入	用于零件必须绝对紧密而不经常拆卸的地方。当配合长度超过直径的 1.5 倍时，可代替 H7/n6、N7/h6，同轴度好	减速器的轴与锥齿轮、定位销、蜗轮青铜轮缘与轴心、齿轮与轴的配合
$\frac{H6}{k5}$ $\frac{K6}{h5}$	锤子轻轻打入	用于承受不大的冲击载荷。转矩和冲击很大时，应加紧固件。同轴度很好，用于经常拆卸的部位	精密螺纹车床的主轴箱体与主轴前轴承的配合
$\frac{H7}{k6}$ $\frac{K7}{h6}$			转动的齿轮与轴、中型电机轴端与联轴器或带轮、减速器蜗轮与轴的配合
$\frac{H8}{k7}$ $\frac{K8}{h7}$			空压机连杆头与十字头销、循环泵活塞与活塞杆的配合
$\frac{H7}{js6}$ $\frac{J7}{h6}$ $\frac{H8}{js7}$ $\frac{J8}{h7}$	手装或木锤卸	用于频繁拆卸、同轴度要求不高的部位。当配合面很宽时，可代替 K7/h6、H7/k6，保持轴孔的同轴度	机床变速箱中的齿轮与轴、滚动轴承与箱体孔、轴端部可拆卸的带轮或手轮的配合
$\frac{H7}{h6}$ $\frac{H8}{h7}$	加油后用手旋进	间隙较小、用于经常拆卸（或在调整时需移动或转动）、对同轴度有一定要求、通过紧固件传递转矩的固定连接	齿轮轴与轴套、定心的凸缘、机床的变速齿轮与轴、风钻气缸与活塞、空压机的连杆与十字头的配合
$\frac{H9}{h9}$ $\frac{H10}{h10}$		用于同轴度要求不高、工作时零件没有相对运动的连接。承受载荷不大而平稳，易于拆卸，通过键、销等传递转矩	齿轮与轴、带轮与轴、剖分式滑动轴承与轴瓦、螺旋搅拌机的轴与桨叶、滑块与导向轴的配合
$\frac{H11}{h11}$		用于精度低、工作时没有相对运动（附加紧固件）、定心要求不高的连接	起重吊车的链轮与轴、对开轴瓦与轴承座两侧的配合；一般的铰链连接
$\frac{H7}{g6}$ $\frac{G7}{h6}$	手旋进	间隙较小、在工作中有相对运动的配合。用于运动速度不高而对运动精度要求较高时；或运动可能有冲击，但能保证零件同轴度或紧密性时	精密机床的主轴与轴承、分度头轴颈与轴套、拖拉机的曲轴与连杆头、安全阀的阀杆与套筒的配合
$\frac{H7}{f6}$ $\frac{F8}{h7}$ $\frac{H8}{f7}$	手推滑进	中等间隙、转速不高而又具有相对运动的配合	在轴上自由转动的齿轮与轴、中速、中等载荷的滑动轴承与轴、柱塞与缸体的配合
$\frac{H8}{f8}$ $\frac{F8}{h8}$		间隙较大，能保证良好的润滑、允许在工作中发热，故可用于高速旋转的轴承；也用于支承较远或有几个支承的转轴。同轴度要求不高	含油轴承与轴、球体滑动轴承与轴承座及轴、活塞环与活塞环槽宽度的配合；滑块与凹槽、带传动导轮及链传动张紧轮与轴的配合
$\frac{H11}{d11}$ $\frac{D11}{h11}$ $\frac{H12}{d12}$ $\frac{B12}{h12}$		间隙较大，配合粗糙	滚动轴承压盖与箱体的环形槽、粗糙机构中轴上联轴器及非固定的齿轮与轴的配合；拉杆、杠杆等的铰链

（续）

配合种类	装配方法	配合特性及使用条件	应用实例
$\frac{H8}{e7}$ $\frac{E8}{h7}$	手轻推进	间隙较大的精确配合。用于高速转动、载荷不大、方向不变的轴与轴承；或中等转速而轴较长，或有三个以上轴承的连接。实践中常用 H7/f6 代替	外圆磨床的主轴、涡轮发电机的轴、柴油机的凸轮轴与轴承的配合
$\frac{H11}{c11}$ $\frac{C11}{h11}$		应用条件同 H12/b12	同 H12/b12
$\frac{H8}{d8}$ $\frac{D9}{h9}$		间隙大、精度不高的配合。用于因装配不够精确而发生轴孔偏斜的连接	空压机、蒸汽机的活塞与气缸；长的滑动轴承与轴的配合

6.3.4 混合配合的选择及应用

在保证两个零件间的配合公差情况下，除了按标准型选择配合外，还可以采用非标准型的混合配合，即采用不同公差等级的混合配合或不同基准制的混合配合。

（1）采用不同公差等级的混合配合可以降低两个配合零件之一的公差等级，从而达到所要求的配合公差。

推荐采用的基孔制不同公差等级的混合配合有：

$$\frac{H8}{h6},\ \frac{H8}{g6},\ \frac{H8}{f6},\ \frac{H8}{e6},\ \frac{H8}{d6}$$

$$\frac{H9}{g7},\ \frac{H9}{n7},\ \frac{H9}{m6},\ \frac{H9}{k6}$$

$$\frac{H10}{h11},\ \frac{H10}{d11},\ \frac{H10}{b11}$$

推荐采用的基轴制不同公差等级的混合配合有：

$$\frac{H9}{h7},\ \frac{F9}{h7}$$

$$\frac{H11}{h9},\ \frac{H8}{h9},\ \frac{N8}{h9},\ \frac{Js8}{h9}$$

$$\frac{A11}{h10},\ \left(\frac{B11}{h10}\right),\ \frac{H12}{h10},\ \left(\frac{H13}{h10}\right)$$

（2）采用不同基准制的混合配合可便于装配工作。推荐的不同基准制的混合配合见表 6-6。

表 6-6　不同基准制的混合配合

各种配合	代用的混合配合	各种配合	代用的混合配合
$\frac{H7}{s6}$或$\frac{S7}{h6}$	$\frac{R7}{n6}$或$\frac{R7}{m6}$	$\frac{H7}{m6}$或$\frac{M7}{h6}$	$\frac{G7}{n6}$或$\frac{R7}{f6}$
$\frac{R7}{h6}$	$\frac{N7}{m6}$或$\frac{M7}{n6}$	$\frac{H7}{k6}$或$\frac{K7}{h6}$	$\frac{J7}{j6}$或$\frac{F7}{r6}$
$\frac{H7}{r6}$	$\frac{K7}{m6}$或$\frac{M7}{m6}$	$\frac{H7}{js6}$或$\frac{JS7}{h6}$	$\frac{K7}{g6}$
$\frac{H7}{n6}$或$\frac{N7}{h6}$	$\frac{G7}{r6}$或$\frac{M7}{js6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{G7}{js6}$或$\frac{F7}{m6}$

（续）

各种配合	代用的混合配合	各种配合	代用的混合配合
$\frac{H7}{g6}$或$\frac{G7}{h6}$	$\frac{K7}{f6}$	$\frac{H8}{k7}$或$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M7}{g6}$或$\frac{J8}{j7}$
$\frac{H7}{f6}$或$\frac{F7}{h6}$	$\frac{N7}{e6}$	$\frac{H8}{js7}$或$\frac{JS8}{h7}$	$\frac{N7}{f6}$
$\frac{H7}{e6}$或$\frac{E7}{h6}$	$\frac{F8}{f7}$或$\frac{N7}{d6}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{R8}{e8}$
$\frac{H7}{d6}$或$\frac{D7}{h6}$	$\frac{E8}{f7}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{M8}{f8}$
$\frac{H8}{n7}$或$\frac{N8}{h7}$	$\frac{J8}{k7}$	$\frac{H9}{f9}$或$\frac{F9}{h9}$	$\frac{K7}{d6}$
$\frac{H8}{m7}$或$\frac{M8}{h7}$	$\frac{R8}{f7}$	$\frac{H9}{d9}$或$\frac{D9}{h8}$	$\frac{E9}{e8}$或$\frac{F8}{d8}$

附　　表

附表 6-1　标准公差数值（GB/T 1800. 2—2009）

公称尺寸/mm	公差等级																		
	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
	μm													mm						
≤3	0. 3	0. 5	0. 8	1. 2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0. 10	0. 14	0. 25	0. 40	0. 60	1. 0	1. 4
>3 ~ 6	0. 4	0. 6	1	1. 5	2. 5	4	5	8	12	18	30	48	75	0. 12	0. 18	0. 30	0. 48	0. 75	1. 2	1. 8
>6 ~ 10	0. 4	0. 6	1	1. 5	2. 5	4	6	9	15	22	36	58	90	0. 15	0. 22	0. 36	0. 58	0. 90	1. 5	2. 2
>10 ~ 18	0. 5	0. 8	1. 2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0. 18	0. 27	0. 43	0. 70	1. 10	1. 8	2. 7
>18 ~ 30	0. 6	1	1. 5	2. 5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0. 21	0. 33	0. 52	0. 84	1. 30	2. 1	3. 3
>30 ~ 50	0. 6	1	1. 5	2. 5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0. 25	0. 39	0. 62	1. 00	1. 60	2. 5	3. 9
>50 ~ 80	0. 8	1. 2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0. 30	0. 46	0. 74	1. 20	1. 90	3. 0	4. 6
>80 ~ 120	1	1. 5	2. 5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0. 35	0. 54	0. 87	1. 40	2. 20	3. 5	5. 4
>120 ~ 180	1. 2	2	3. 5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0. 40	0. 63	1. 00	1. 60	2. 50	4. 0	6. 3
>180 ~ 250	2	3	4. 5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0. 46	0. 72	1. 15	1. 85	2. 90	4. 6	7. 2
>250 ~ 315	2. 5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0. 52	0. 81	1. 30	2. 10	3. 20	5. 2	8. 1
>315 ~ 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0. 57	0. 79	1. 40	2. 30	3. 60	5. 7	8. 9
>400 ~ 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0. 63	0. 97	1. 55	2. 50	4. 00	6. 3	9. 7

注：公称尺寸小于 1mm 时，无 IT14 ~ IT18。

附表 6-2　轴的基本偏差数值（GB/T 1800.1—2009）

基本偏差代号	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js
公差等级	所有等级											
公称尺寸/mm	上极限偏差/μm											
≤3 >3~6 >6~10	−270 −270 −280	−140 −140 −150	−60 −70 −80	−34 −46 −56	−20 −30 −40	−14 −20 −25	−10 −14 −18	−6 −10 −13	−4 −6 −8	−2 −4 −5	0 0 0	偏差 = $\pm\frac{IT_n}{2}$， 式中 IT_n 是 IT 值数
>10~14 >14~18	−290	−150	−95	—	−50	−32	—	−16	—	−6	0	
>18~24 >24~30	−300	−160	−110	—	−65	−40	—	−20	—	−7	0	
>30~40 >40~50	−310 −320	−170 −180	−120 −130	—	−80	−50	—	−25	—	−9	0	
>50~65 >65~80	−340 −360	−190 −200	−140 −150	—	−100	−60	—	−30	—	−10	0	
>80~100 >100~120	−380 −410	−220 −240	−170 −180	—	−120	−72	—	−36	—	−12	0	
>120~140 >140~160 >160~180	−460 −520 −580	−260 −280 −310	−200 −210 −230	—	−145	−85	—	−43	—	−14	0	
>180~200 >200~225 >225~250	−660 −740 −820	−340 −380 −420	−240 −260 −280	—	−170	−100	—	−50	—	−15	0	
>250~280 >280~315	−920 −1050	−480 −540	−300 −330	—	−190	−110	—	−56	—	−17	0	
>315~355 >355~400	−1200 −1350	−600 −680	−360 −400	—	−210	−125	—	−62	—	−18	0	
>400~450 >450~500	−1500 −1650	−760 −840	−440 −480	—	−230	−135	—	−68	—	−20	0	

（续）

公称偏差代号	j			k		m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
公差等级	5,6	7	8	4～7	≤3 >7	所有等级													
公称尺寸/mm	下极限偏差/μm																		
≤3	－2	－4	－6	0	0	＋2	＋4	＋6	＋10	＋14	—	＋18	—	＋20	—	＋26	＋32	＋40	＋60
>3～6	－2	－4	—	＋1	0	＋4	＋8	＋12	＋15	＋19	—	＋23	—	＋28	—	＋35	＋42	＋50	＋80
>6～10	－2	－5	—	＋1	0	＋6	＋10	＋15	＋19	＋23	—	＋28	—	＋34	—	＋42	＋52	＋67	＋97
>10～14	－3	－6	—	＋1	0	＋7	＋12	＋18	＋23	＋28	—	＋33	—	＋40	—	＋50	＋64	＋90	＋130
>14～18													＋39	＋45	—	＋60	＋77	＋108	＋150
>18～24	－4	－8	—	＋2	0	＋8	＋15	＋22	＋28	＋35	—	＋41	＋47	＋54	＋63	＋73	＋98	＋136	＋188
>24～30											＋41	＋48	＋55	＋64	＋75	＋88	＋118	＋160	＋218
>30～40	－5	－10	—	＋2	0	＋9	＋17	＋26	＋34	＋43	＋48	＋60	＋68	＋80	＋94	＋112	＋148	＋200	＋274
>40～50											＋54	＋70	＋81	＋97	＋114	＋136	＋180	＋242	＋325
>50～65	－7	－12	—	＋2	0	＋11	＋20	＋32	＋41	＋53	＋66	＋87	＋102	＋122	＋144	＋172	＋226	＋300	＋405
>65～80									＋43	＋59	＋75	＋102	＋120	＋146	＋174	＋210	＋274	＋360	＋480
>80～100	－9	－15	—	＋3	0	＋13	＋23	＋37	＋51	＋71	＋91	＋124	＋146	＋178	＋214	＋258	＋335	＋445	＋585
>100～120									＋54	＋79	＋104	＋144	＋172	＋210	＋254	＋310	＋400	＋525	＋690
>120～140	－11	－18	—	＋3	0	＋15	＋27	＋43	＋63	＋92	＋122	＋170	＋202	＋248	＋300	＋365	＋470	＋620	＋800
>140～160									＋65	＋100	＋134	＋190	＋228	＋280	＋340	＋415	＋535	＋700	＋900
>160～180									＋68	＋108	＋146	＋210	＋252	＋310	＋380	＋465	＋600	＋780	＋1000
>180～200	－13	－21	—	＋4	0	＋17	＋31	＋50	＋77	＋122	＋166	＋236	＋284	＋350	＋425	＋520	＋670	＋880	＋1150
>200～225									＋80	＋130	＋180	＋258	＋310	＋385	＋470	＋575	＋740	＋960	＋1250
>225～250									＋84	＋140	＋196	＋284	＋340	＋425	＋520	＋640	＋820	＋1050	＋1350
>250～280	－16	－26	—	＋4	0	＋20	＋34	＋56	＋94	＋158	＋218	＋315	＋385	＋475	＋580	＋710	＋920	＋1200	＋1550
>280～315									＋98	＋170	＋240	＋350	＋425	＋525	＋650	＋790	＋1000	＋1300	＋1700
>315～355	－18	－28	—	＋4	0	＋21	＋37	＋62	＋108	＋190	＋268	＋390	＋475	＋590	＋730	＋900	＋1150	＋1500	＋1900
>355～400									＋114	＋208	＋294	＋435	＋530	＋660	＋820	＋1000	＋1300	＋1650	＋2100
>400～450	－20	－32	—	＋5	0	＋23	＋40	＋68	＋126	＋232	＋330	＋490	＋595	＋740	＋920	＋1100	＋1450	＋1850	＋2400
>450～500									＋132	＋252	＋360	＋540	＋660	＋820	＋1000	＋1250	＋1600	＋2100	＋2600

附表 6-3　孔的基本偏差数值(GB/T 1800.1—2009)

公称偏差代号	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	J			K		M		N	
公差等级	所　有　等　级												6	7	8	≤8	>8	≤8	>8	≤8	>8
公称尺寸/mm	下极限偏差/μm												上极限偏差/μm								
≤3 >3~6 >6~10	+270 +270 +280	+140 +140 +150	+60 +70 +80	+34 +46 +56	+20 +30 +40	+14 +20 +25	+10 +14 +18	+6 +10 +13	+4 +6 +8	+2 +4 +5	0 0 0	偏差= ±$IT_n/2$, 式中IT_n 是IT值数	+2 +5 +5	+4 +6 +8	+6 +10 +12	0 −1+Δ −1+Δ	0	−2 −4+Δ −6+Δ	−2 −4 −6	−4 −8+Δ −10+Δ	−4 0 0
>10~14 >14~18	+290	+150	+95	—	+50	+32	—	+16	—	+6	0		+6	+10	+15	−1+Δ		−7+Δ	−7	−12+Δ	0
>18~24 >24~30	+300	+160	+110	—	+65	+40	—	+20	—	+7	0		+8	+12	+20	−2+Δ		−8+Δ	−8	−15+Δ	0
>30~40 >40~50	+310 +320	+170 +180	+120 +130	—	+80	+50	—	+25	—	+9	0		+10	+14	+24	−2+Δ		−9+Δ	−9	−17+Δ	0
>50~65 >65~80	+340 +360	+190 +200	+140 +150	—	+100	+60	—	+30	—	+10	0		+13	+18	+28	−2+Δ		−11+Δ	−11	−20+Δ	0
>80~100 >100~120	+380 +410	+220 +240	+170 +180	—	+120	+72	—	+36	—	+12	0		+16	+22	+34	−3+Δ		−13+Δ	−13	−23+Δ	0
>120~140 >140~160 >160~180	+460 +520 +580	+260 +180 +310	+200 +210 +230	—	+145	+85	—	+43	—	+14	0		+18	+26	+41	−3+Δ		−15+Δ	−15	−27+Δ	0
>180~200 >200~225 >225~250	+660 +740 +820	+340 +380 +420	+240 +260 +280	—	+170	+100	—	+50	—	+15	0		+22	+30	+47	−4+Δ		−17+Δ	−17	−31+Δ	0
>250~280 >280~315	+920 +1050	+480 +540	+300 +330	—	+190	+110	—	+56	—	+17	0		+25	+36	+55	−4+Δ		−20+Δ	−20	−34+Δ	0
>315~355 >355~400	+1200 +1350	+600 +680	+360 +400	—	+210	+125	—	+62	—	+18	0		+29	+39	+60	−4+Δ		−21+Δ	−21	−37+Δ	0
>400~450 >450~500	+1500 +1650	+760 +840	+440 +480	—	+230	+135	—	+68	—	+20	0		+33	+43	+66	−5+Δ		−23+Δ	−23	−40+Δ	0

（续）

基本偏差代号	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	Δ/μm					
公差等级	>7												3	4	5	6	7	8
公称尺寸/mm	上偏差/μm																	
≤3	-6	-10	-14	—	-18	—	-20	—	-26	-32	-40	-60	0	0	0	0	0	0
>3~6	-12	-15	-19	—	-23	—	-28	—	-35	-42	-50	-80	1	1.5	1	3	4	6
>6~10	-15	-19	-23	—	-28	—	-34	—	-42	-52	-67	-97	1	1.5	2	3	6	7
>10~14	-18	-23	-28	—	-33	—	-40	—	-50	-64	-90	-130	1	2	3	3	7	9
>14~18						-39	-45	—	-60	-77	-108	-150						
>18~24	-22	-28	-35	—	-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188	1.5	2	3	4	8	12
>24~30				-41	-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218						
>30~40	-26	-34	-43	-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274	1.5	3	4	5	9	14
>40~50				-54	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325						
>50~65	-32	-41	-53	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405	2	3	5	6	11	16
>65~80		-43	-59	-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360	-480						
>80~100	-37	-51	-71	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585	2	4	5	7	13	19
>100~120		-54	-79	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690						
>120~140	-43	-63	-92	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800	3	4	6	7	15	23
>140~160		-65	-100	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900						
>160~180		-68	-108	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000						
>180~200	-50	-77	-122	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150	3	4	6	9	17	26
>200~225		-80	-130	-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250						
>225~250		-84	-140	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1050	-1350						
>250~280	-56	-94	-158	-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1550	4	4	7	9	20	29
>280~315		-98	-170	-240	-350	-425	-525	-650	-790	-1000	-1300	-1700						
>315~355	-62	-108	-190	-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1150	-1500	-1900	4	5	7	11	21	23
>355~400		-114	-208	-294	-435	-530	-660	-820	-1000	-1300	-1650	-2100						
>400~450	-68	-126	-232	-330	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400	5	5	7	13	23	34
>450~500		-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600						

注：1. 公称尺寸小于或等于1mm时，基本偏差A和B及大于IT8的N均不采用。公差带JS7至JS11，若IT_n值数是奇数，则取偏差 = $\pm\frac{IT_{n-1}}{2}$

2. 对小于或等于IT8的K、M、N和小于或等于IT7的P至ZC，所需Δ值从表内右侧选取。例如：18mm~30mm段的K7，Δ=8μm，所以ES=−2+8=+6μm；18mm~30mm段的S6，Δ=4μm，所以ES=−35+4=−31μm。特殊情况：250mm~315mm段的M6，ES=−9μm（代替−11μm）。

附表 6-4　基孔制优先、常用配合（GB/T 1801—2009）

基准孔	轴																				
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z
	间隙配合								过渡配合			过盈配合									
H6						$\frac{H6}{f5}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H6}{js5}$	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$	$\frac{H6}{t5}$					
H7						$\frac{H7}{f6}$	$\frac{H7^{*}}{g6}$	$\frac{H7^{*}}{h6}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{H7^{*}}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7^{*}}{n6}$	$\frac{H7^{*}}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7^{*}}{s6}$	$\frac{H7}{t6}$	$\frac{H7^{*}}{u6}$	$\frac{H7}{v6}$	$\frac{H7}{x6}$	$\frac{H7}{y6}$	$\frac{H7}{z6}$
H8					$\frac{H8}{e7}$	$\frac{H8^{*}}{f7}$	$\frac{H8}{g7}$	$\frac{H8^{*}}{h7}$	$\frac{H8}{js7}$	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$	$\frac{H8}{p7}$	$\frac{H8}{r7}$	$\frac{H8}{s7}$	$\frac{H8}{t7}$	$\frac{H8}{u7}$				
				$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f8}$		$\frac{H8}{h8}$													
H9			$\frac{H9}{c9}$	$\frac{H9^{*}}{d9}$	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f9}$		$\frac{H9^{*}}{h9}$													
H10			$\frac{H10}{c10}$	$\frac{H10}{d10}$				$\frac{H10}{h10}$													
H11	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$				$\frac{H11^{*}}{d11}$													
H12		$\frac{H12}{b12}$						$\frac{H12}{h12}$													

注：1. $\frac{H6}{n5}$、$\frac{H7}{p6}$在公称尺寸小于或等于 3mm 和$\frac{H8}{r7}$在小于或等于 100mm 时，为过渡配合。

2. 标注“＊”的配合为优先配合。

附表 6-5　基轴制优先、常用配合（GB/T 1801—2009）

基准轴	孔																				
	A	B	C	D	E	F	G	H	JS	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z
	间 隙 配 合								过 渡 配 合			过 盈 配 合									
h5						F6/h5	G6/h5	H6/h5	JS6/h5	K6/h5	M6/h5	N6/h5	P6/h5	R6/h5	S6/h5	T6/h5					
h6						F7/h6	G7/h6 *	H7/h6 *	JS7/h6	K7/h6 *	M7/h6	N7/h6 *	P7/h6 *	R7/h6	S7/h6 *	T7/h6	U7/h6 *				
h7					E8/h7	F8/h7 *		H8/h7 *	JS8/h7	K8/h7	M8/h7	N8/h7									
h8				D8/h8	E8/h8	F9/h8		H8/h8													
h9				D9/h9 *	E9/h9	F9/h9		H9/h9 *													
h10				D10/h10				H10/h10													
h11	A11/h11	B11/h11	C11/h11 *	D11/h11				H11/h11 *													
h12		B12/h12						H12/h12													

注：标注“ * ”的配合为优先配合。

附表 6-6　公差与配合的新旧国家标准对照简表

基孔制的轴(尺寸 1 ~500mm)														
间 隙 配 合						过 渡 配 合			过 盈 配 合		
旧国标	新国标	备注	旧国标	新国标	备注	旧国标	新国标	备注	旧国标	新国标	备注
d1	h5		d4	h8,h9	③	ga1	n5	p5①	jb1	s5	s6①
db1	g5	g6①	dc4	f9		gb1	m5	n5①	jc1	r5	r6①
dc1	f5,f6	②	de4	d9,d10	③	gc1	k5	m4①	jd	s7,u5,u6	②
d	h6		d5	h10		gd1	j5,js5	②	jc	r6,s6	②
db	g6		d6	h11		ga	n6	pb①	jf	r6	
dc	f7		dc6	d11		gb	m6	n6①	jb3	u8	
dd	e8		dd6	b11,c10,c11	②	gc	k6		jc3	s7	
de	d8		de6	a11,b11	②	gd	js6		ja4		④
df	c8		d7	h12,h13	③	ga3	n7	p7①	jb4		④
d3	h7		dc7	b12,c12,c13	②	gb3	m7		jc4		④
dc3	f8					gc3	k7		je6		④
						gd3	j7,js7	②			

基轴制的孔(尺寸 1 ~500mm)											
间 隙 配 合						过 渡 配 合			过 盈 配 合		
旧国标	新国标	备注	旧国标	新国标	备注	旧国标	新国标	备注	旧国标	新国标	备注
D1	H6		D4	H8,H9	③	Ca1	N6		Jd	U7,S7	②
Db1	G6		Dc4	F9		Gb1	M6		Je	R7,R8	②
Dc1	F7		Dc4	D9,D10	③	Gc1	K6		Jb3	U8	
D	H7		D5	H10		Gd1	J6,JS6	②			
Db	G7		D6	H11		Ga	N7				
Dc	F8		Dc6	D11		Gb	M7	K7①			
Dd	E8,E9	②	Db6	B11,C11	②	Gc	K7	JS7①			
De	D8,D9	②	De6	A11,B11	②	Gd	J7				
D3	H8		D7	H12,H13	③	Ga3	N8				
			Dc7		④	Gb3	M8				
						Gc3	K8				
						Gd3	J8				

① 仅 1 ~3mm 尺寸段使用。

② 不同尺寸分段分别与不同的新国标符号相近似。

③ 介于两者之间。

④ 没有适当的相近符号。

第 7 章　几 何 公 差

7.1　有关术语简介

7.1、7.2、7.3 三节的内容系根据 GB/T 1182—2008《产品几何技术规范（GPS）几何公差 形状、方向、位置和跳动公差标注》及 GB/T 16671—2009《产品几何技术规范（GPS）几何公差　最大实体要求、最小实体要求和可逆要求》编写。

1. 要素

指工件上的特定部位，如点、线、面。

（1）公称理想要素——具有几何学意义的要素。

（2）实际要素——零件上实际存在的要素。

（3）被测要素——给出了形状或（和）位置公差的要素。

（4）基准要素——用来确定被测要素的方向或(和)位置的要素。理想基准要素简称基准。

（5）单一要素——仅对其本身给出形状公差要求的要素。

（6）关联要素——对其他要素有功能关系的要素。

2. 几何公差

（1）形状公差——单一实际要素的形状所允许的变动全量。

（2）方向公差——关联实际要素对基准在方向上允许的变动全量。

（3）位置公差——关联实际要素对基准在位置上的允许变动全量。

（4）跳动公差——关联实际要素绕基准轴线回转一周或连续回转时所允许的最大跳动量。

3. 几何公差带

指限制实际要素变动的区域。几何公差带的主要形状如表 7-1 所示。

表 7-1　几何公差带的形状

1. 两平行直线		4. 一个圆		7. 两同轴圆柱	
2. 两等距曲线		5. 一个球		8. 两平行平面	
3. 两同心圆		6. 一个圆柱		9. 两等距曲面	

4. 理论正确尺寸

当给出一个或一组要素的位置、方向或轮廓度公差时，分别用来确定其理论正确位置、方向或轮廓的尺寸。

5. 基准和三基面体系

（1）基准——理想基准要素，它是确定要素间几何关系的依据，分别称为基准点、基准线（轴线）和基准平面（中心平面）。基准要素有单一基准要素和组合基准要素之别。

（2）三基面体系——由三个互相垂直的基准平面组成的基准体系，它的三个平面是确定和测量零件上各要素几何关系的起点。

（3）基准目标——为构成基准体系的各基准平面而在要素上指定的点、线、面。

6. 延伸公差带

根据零件的功能要求，需将位置度和对称度公差带延伸到被测要素的长度界限之外时的公差带。

7. 独立原则

图样上给定的几何公差与尺寸公差无关，分别满足零件功能要求的公差原则，此原则是几何公差和尺寸公差相互关系的基本原则。

8. 相关要求

图样上给定的几何公差与尺寸公差相互有关的公差要求。相关要求包括：

（1）包容要求——为使实际要素处处位于理想形状的包容面之内的一种公差要求。

（2）最大实体要求——尺寸要素的非理想要素不得超越其最大实体实效边界㊀的一种尺寸要素要求。

（3）最小实体要求——尺寸要素的非理想要素不得超越其最小实体实效边界㊁之内的一种尺寸要素要求。

（4）可逆要求——最大实体要求（MMR）或最小实体要求（LMR）的附加要求，表示尺寸公差可以在实际几何误差小于几何公差之间的差值范围内增大。

7.2　几何公差的符号

几何公差符号的内容有：各项几何特征符号、附加符号、基准符号、公差数值及填写上列各项所用的框格——公差框格。

㊀ 与最大实体要求相关的术语：
1）最大实体状态：假定提取组成要素的局部尺寸处处位于极限尺寸且使其具有实体最大时的状态。
2）最大实体尺寸：确定要素最大实体状态的尺寸。即外尺寸要素的上极限尺寸，内尺寸要素的下极限尺寸。
3）最大实体实效状态：拟合要素的尺寸为其最大实体实效尺寸（MMVS）时的状态。
4）最大实体实效尺寸：尺寸要素的最大实体尺寸与其导出要素的几何公差（形状、方向或位置）共同作用产生的尺寸。
5）最大实体实效边界：最大实体实效状态对应的极限包容面。

㊁ 与最小实体要求相关的术语：
1）最小实体状态：假定提取组成要素的局部尺寸处处位于极限尺寸且使其具有实体最小时的状态。
2）最小实体尺寸：确定要素最小实体状态的尺寸。即外尺寸要素的下极限尺寸，内尺寸要素的上极限尺寸。
3）最小实体实效状态：拟合要素的尺寸为其最小实体实效尺寸（LMVS）时的状态。
4）最小实体实效尺寸：尺寸要素的最小实体尺寸与其导出要素的几何公差（形状、方向或位置）共同作用产生的尺寸。
5）最小实体实效边界：最小实体实效状态对应的极限包容面。

1. 几何特征符号（表 7-2）及其他有关附加符号（表 7-3）

表 7-2　几何特征符号

分　类	特　征	符　号	分　类	特　征	符　号
形状公差	直线度	—	方向公差	平行度	//
	平面度	⏥		垂直度	⊥
	圆　度	○		倾斜度	∠
	圆柱度	⌭	位置公差	同轴度（同心度）	◎
	线轮廓度	⌒		对称度	⌯
	面轮廓度	⌓		位置度	⌖
			跳动	圆跳动	↗
				全跳动	⌰

表 7-3　附 加 符 号

项　　目	符　　号	项　　目	符　　号
被测要素		基准要素	A　A
基准目标	$\phi 2$ / A1	理论正确尺寸	50
延伸公差带	Ⓟ	最大实体要求	Ⓜ
最小实体要求	Ⓛ	自由状态条件（非刚性零件）	Ⓕ
全周（轮廓）		包容要求	Ⓔ
公共公差带	CZ	小径	LD
大径	MD	中径、节径	PD
线素	LE	不凸起	NC
任意横截面	ACS		

2. 公差框格

（1）公差框格是一个用细线画成，由两格或多格横向连成的矩形方框，框内各格的填写顺序自左向右为（图 7-1）：

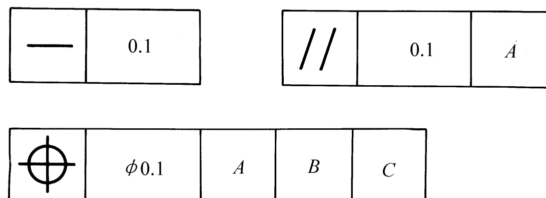


图 7-1

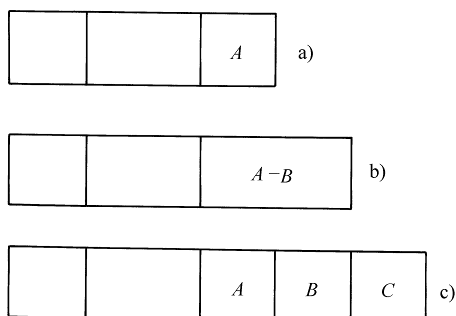


图 7-2

第一格——几何特征符号；第二格——公差值及（或）有关附加符号；第三格及以后各格——基准符号及（或）有关附加符号。

（2）图 7-2 的图例表示：

图 7-2a——单一基准要素 A；

图 7-2b——由 A 和 B 两个要素组成的公共基准；

图 7-2c——由两个以上的基准建立基准体系时，按基准的优先次序自左而右地填写。

（3）对于公差框格中所注几何公差的附加要求，可在框格上方或下方用附加文字说明。属于被测要素数量的说明，应写在框格的上方（图 7-3a）；属于解释性的说明，应写在框格的下方（图 7-3b）。

（4）如果需要就某个要素给出几种几何特征的公差，可将一个公差框格放在另一个的下面，如图 7-4 所示。

3. 几何公差标准符号的比例和尺寸

各个符号与框格的比例如图 7-5 所示，相应的尺寸列于表 7-4。

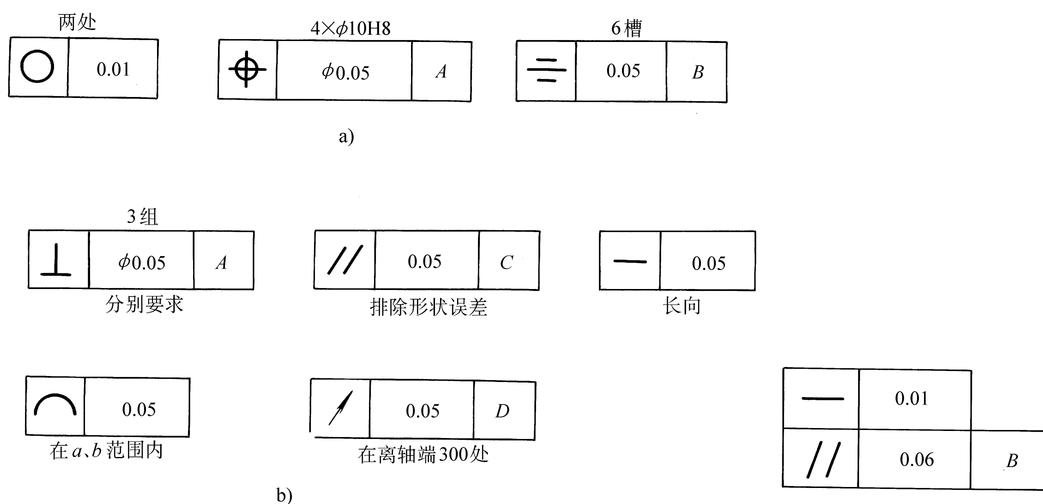


图 7-3　　图 7-4

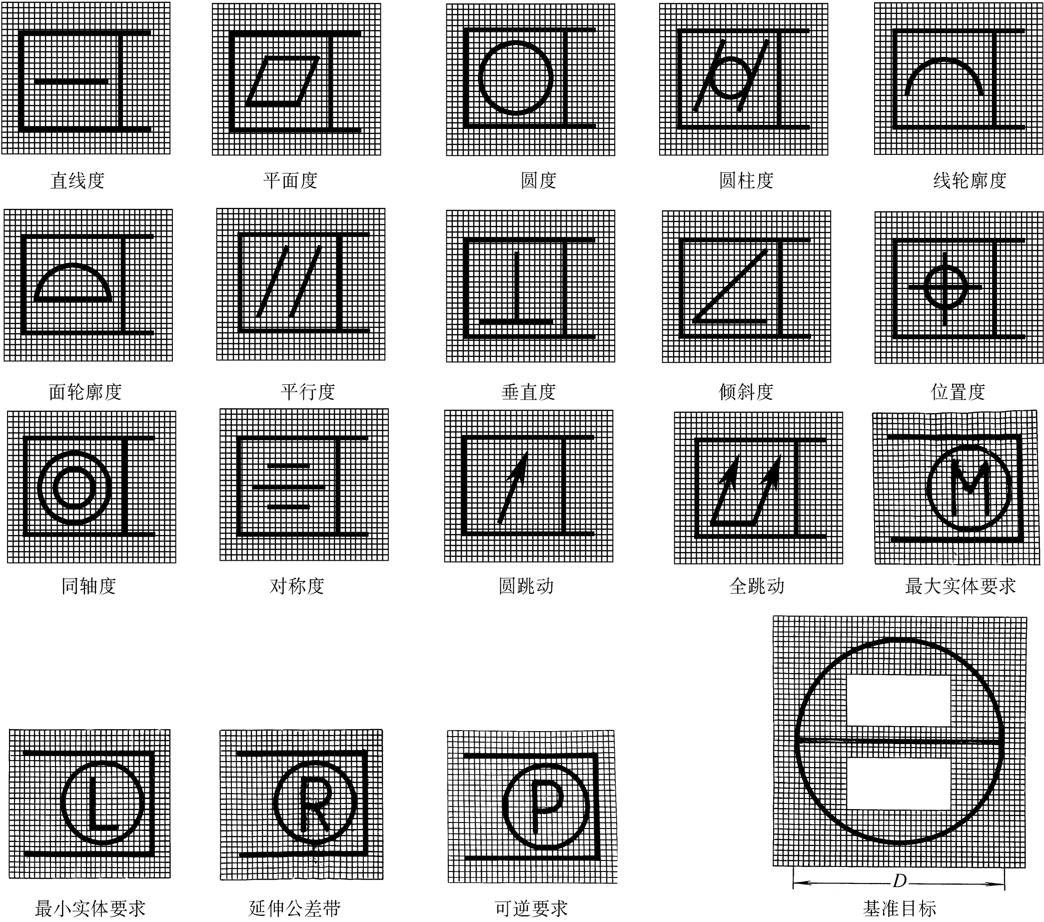
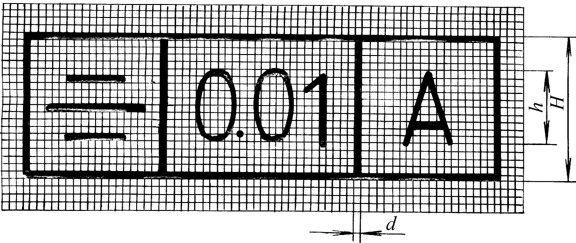


图 7-5

表 7-4 公差框格及其有关尺寸（B 型字体）



（单位：mm）

特　征	推　荐　尺　寸						
框格高度（*H*）	5	7	10	14	20	28	40
字体高度（*h*）	2. 5	3. 5	5	7	10	14	20
直径（*D*）	10	14	20	28	40	56	80
线条粗细（*d*）	0. 25	0. 35	0. 5	0. 7	1	1. 4	2

注：直径 *D* 为基准目标。

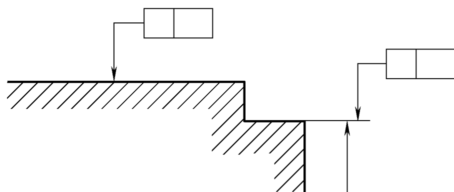
7.3　几何公差符号的标注

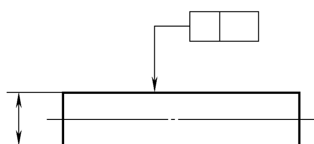
7.3.1　被测要素的标注

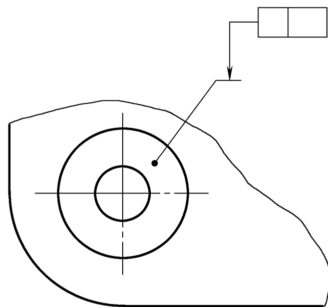
按下列方式之一用指引线连接被测要素和公差框格。指引线引自框格的任意一侧，终端带一箭头。

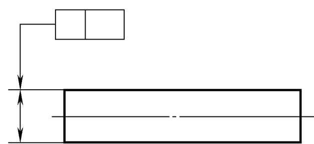
（1）当公差涉及轮廓线或轮廓面时，箭头指向该要素的轮廓线或其延长线（应与尺寸线明显错开，如图7-6、图7-7所示）；箭头也可指向引出线的水平线，引出线引自被测面（图7-8）。

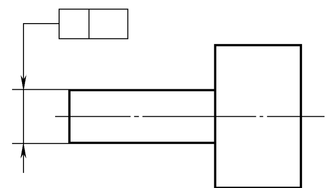
（2）当公差涉及要素的中心线、中心面或中心点时，箭头应位于相应尺寸线的延长线上（图7-9～图7-11）。


图　7-6

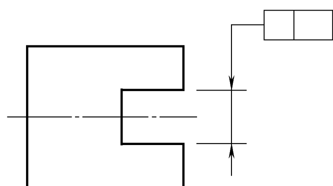

图　7-7


图　7-8


图　7-9


图　7-10

需要指明被测要素的形式（是线而不是面）时，应在公差框格附近注明（图7-12）。


图　7-11

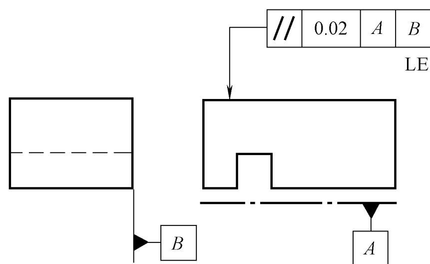


图　7-12

7.3.2 基准的标注

（1）与被测要素相关的基准用一个大写字母表示。字母标注在基准方格内，与一个涂黑或空白的三角形相连以表示基准（图 7-13a、b），表示基准的字母还应标注在公差框格内，涂黑的和空白的基准三角含义相同。

（2）带基准字母的基准三角形应按如下规定放置：

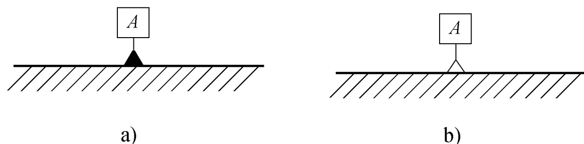


图 7-13

1）当基准要素是轮廓线或轮廓面时，基准三角形放置在要素的轮廓线或其延长线上（与尺寸线明显错开，见图 7-14），基准三角形也可放置在该轮廓面引出线的水平线上（见图 7-15）。

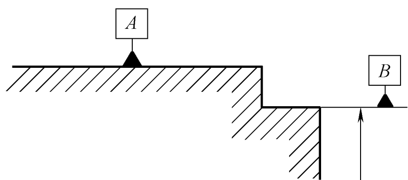


图 7-14

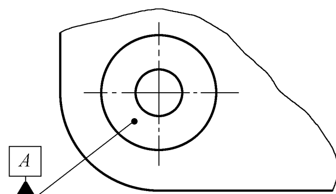


图 7-15

2）当基准是尺寸要素确定的轴线、中心平面或中心点时，基准三角形应放置在该尺寸线的延长线上（图 7-16 ~ 图 7-18）。如果没有足够的位置标注基准要素尺寸的两个尺寸箭头，则其中一个箭头可用基准三角形代替（图 7-17 和图 7-18）

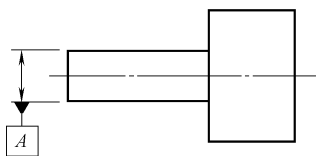


图 7-16

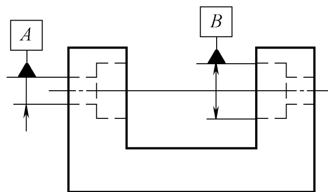


图 7-17

（3）如果只以要素的某一局部作基准,则应用粗点画线示出该部分并加注尺寸(图 7-19)。

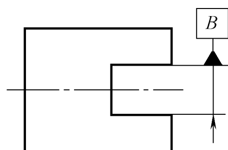


图 7-18

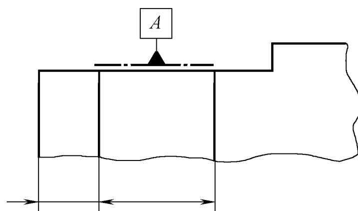


图 7-19

（4）如果轮廓度特征适用于横截面的整周轮廓线由该轮廓所示的整周表面时，应采用“全周”符号表示（图 7-20 和图 7-21）。“全周”符号并不包括整个工作的所有表面，只包括由轮廓和公差标注所表示的各个表面（图 7-20 和图 7-21）。

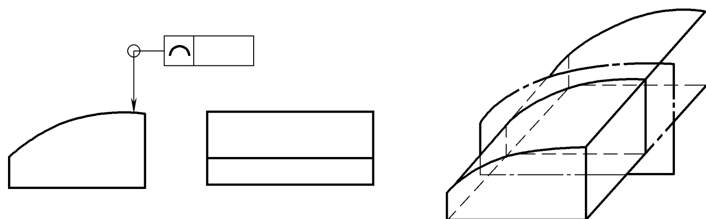


图 7-20

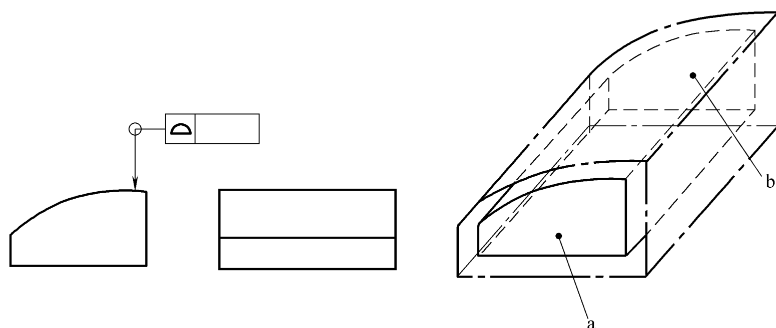


图 7-21

（5）以螺纹轴线为被测要素或基准要素时，默认为螺纹中径圆柱的轴线，否则应另有说明，例如用“MD”表示大径，用“LD”表示小径（图 7-22、图 7-23）。以齿轮、花键轴线为被测要素或基准要素时，需要说明所指的要素，如用“PD”表示节径，用“MD”表示大径，用“LD”表示小径。

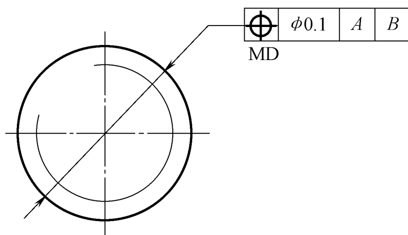


图 7-22

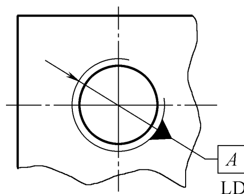


图 7-23

7.3.3 公差数值及有关符号标注

（1）当给出一个或一组要素的位置、方向或轮廓度公差时，分别用来确定其理论正确位置、方向或轮廓的尺寸称为理论正确尺寸（TED）。TED 也用于确定基准体系中各基准之间的方向、位置关系。TED 没有公差，并标注在一个方框中（图 7-24 和图 7-25）。

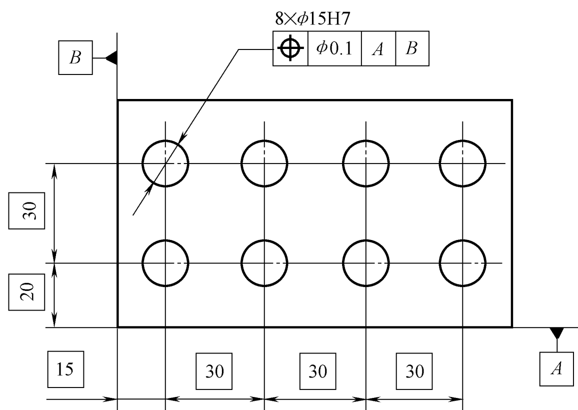


图 7-24

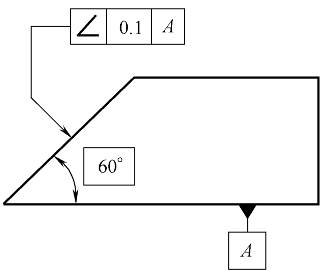


图 7-25

（2）需要对整个被测要素上任意限定范围标注同样几何特征的公差时，可在公差值的后面加注限定范围的线性尺寸值，并在两者间用斜线隔开（图 7-26a），如果标注的是两项或两项以上同样几何特征的公差，可直接在整个要素公差框格的下方放置另一个公差框格（图 7-26b）。

（3）如果给出的公差仅适用于要素的某一指定局部，应采用粗点画线示出该局部的范围，并加注尺寸（图 7-27 和图 7-28）。

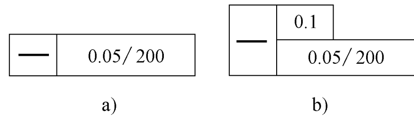


图 7-26

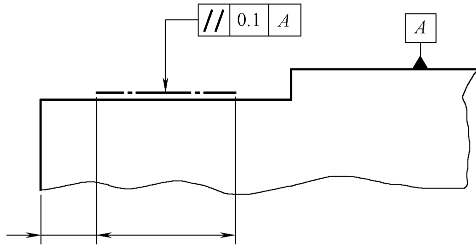


图 7-27

（4）如果需要限制被测要素在公差带内的形状，应在公差框格的下方注明（图 7-29）。

（5）延伸公差带用规范的附加符号Ⓟ表示（图 7-30）。

（6）最大实体要求用规范的附加符号Ⓜ表示，该附加符号可根据需要单独或者同时标注在相应公差值和（或）基准字母的后面（图 7-31 ~ 图 7-33）。

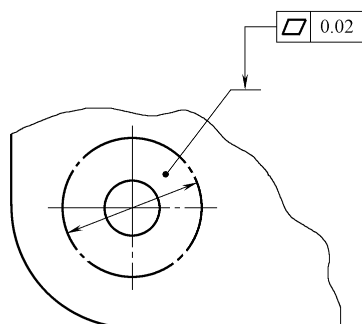


图 7-28

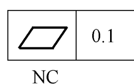


图 7-29

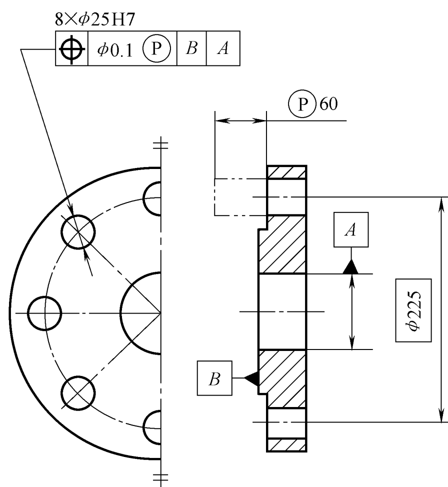


图 7-30

（7）最小实体要求用规范的附加符号Ⓛ表示，该附加符号可根据需要单独或者同时标注在相应公差值和（或）基准字母的后面（图 7-34 ~ 图 7-36）。

（8）非刚性零件自由状态下的公差要求应该用在相应公差值的后面加注规范的附加符号Ⓕ的方法表示（图 7-37 和图 7-38）。

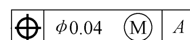


图 7-31

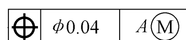


图 7-32

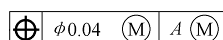


图 7-33

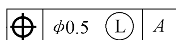


图 7-34

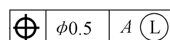


图 7-35

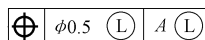


图 7-36

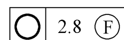


图 7-37

各附加符号Ⓟ、Ⓜ、Ⓛ、Ⓕ和 CZ，可同时用于同一个公差格中（图 7-39）。

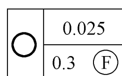


图 7-38

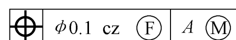


图 7-39

7.3.4 几何公差的标注示例（表 7-5）

表 7-5 几何公差标注示例

公差特征	符 号	标 注 示 例	说 明
直线度公差	—	— 0.1	在任一平行于图示投影面的平面内，上平面的提取（实际）线应限定在间距等于 0.1 的两平行直线之间
		— 0.1	提取（实际）的棱边应限定在间距等于 0.1 的两平行的两平面之间
		— ϕ0.08	外圆柱面的提取（实际）中心线应限定在直径等于 ϕ0.08 的圆柱面内
平面度公差	⏥	⏥ 0.08	提取（实际）表面应限定在间距等于 0.08 的两平行平面之间
圆度公差	○	○ 0.03	在圆柱面和圆锥面的任意横截面内，提取（实际）圆周应限定在半径差等于 0.03 的两共面同心圆之间
		○ 0.1	在圆锥面的任意横截面内，提取（实际）圆周应限定在半径差等于 0.1 的两同心圆之间

（续）

公差特征	符　号	标　注　示　例	说　　明
圆柱度公差	⌭		提取（实际）圆周应限定在半径差等于 0.1 的两同轴圆柱面之间
线轮廓度公差	⌒	无基准的线轮廓度公差	在任一平行于图示投影面的截面内，提取（实际）轮廓线应限定在直径等于 0.04、圆心位于被测要素理论正确几何形状上的一系列圆的两包络线之间
		相对于基准体系的线轮廓度公差	在任一平行于图示投影平面的截面内，提取（实际）轮廓线应限定在直径等于 0.04、圆心位于由基准平面 *A* 和基准平面 *B* 确定的被测要素理论正确几何形状上的一系列圆的两等距包络线之间
面轮廓度公差	⌓	无基准的面轮廓度公差	提取（实际）轮廓面应限定在直径等于 0.02、球心位于被测要素理论正确几何形状上的一系列圆球的两等距包络面之间

（续）

公差特征	符　号	标　注　示　例	说　　明
面轮廓度公差	⌓	相对于基准的面轮廓度公差 ⌓ 0.1 A　40　SR80　A	提取（实际）轮廓面应限定在直径等于 0.1、球心位于由基准平面 *A* 确定的被测要素理论正确几何形状上的一系列圆球的两等距包络面之间
平行度公差	//	线对基准体系的平行度公差	
		// 0.1 A B　A　B	提取（实际）中心线应限定在间距等于 0.1、平行于基准轴线 *A* 和基准平面 *B* 的两平行平面之间
		// 0.1 A B　A　B	提取（实际）中心线应限定在间距等于 0.1 的两平行平面之间。该两平行平面平行于基准轴线 *A* 且垂直于基准平面 *B*
		// 0.2 A B　// 0.1 A B　B　A	提取（实际）中心线应限定在平行于基准轴线 *A* 和平行或垂直于基准平面 *B*、间距分别等于公差值 0.1 和 0.2、且相互垂直的两组平行平面之间

（续）

公差特征	符　号	标　注　示　例	说　　明
平行度公差	//	线对基准线的平行度公差 // ϕ0.03 A A	提取（实际）中心线应限定在平行于基准轴线 A、直径等于 ϕ0.03 的圆柱面内
		线对基准面的平行度公差 // 0.01 B B	提取（实际）中心线应限定在平行于基准平面 B、间距 0.01 的两平行平面之间
		线对基准体系的平行度公差 // 0.02 A B LE B A	提取（实际）线应限定在间距等于 0.02 的两平行直线之间。该两平行直线平行于基准平面 A、且处于平行于基准平面 B 的平面内
		面对基准线的平行度公差 // 0.1 C C	提取（实际）表面应限定在间距等于 0.1、平行于基准轴线 C 的两平行平面之间

（续）

公差特征	符　号	标　注　示　例	说　　明
平行度公差	∥	面对基准面的平行度公差	提取（实际）表面应限定在间距等于0.01、平行于基准 *D* 的两平行平面之间
垂直度公差	⊥	线对基准线的垂直度公差	提取（实际）中心线应限定在间距等于0.06、垂直于基准轴线 *A* 的两平行平面之间
		线对基准体系的垂直度公差	
			圆柱面的提取（实际）中心线应限定在间距等于0.1的两平行平面之间。该平行平面垂直于基准平面 *A*，且平行于基准平面 *B*
			圆柱的提取（实际）中心线应限定在间距分别等于0.1和0.2，且相互垂直的两组平行平面内。该两组平行平面垂直于基准平面 *A*，且垂直或平行于基准平面 *B*

（续）

公差特征	符　号	标　注　示　例	说　　明
垂直度公差	⊥	线对基准面的垂直度公差	圆柱面的提取（实际）中心线应限定在直径等于 ϕ0.01 的两平行平面之间。该平行平面垂直于基准平面 *A*，且平行于基准平面 *B*
		面对基准线的垂直度公差	提取（实际）表面应限定在间距等于 0.08 的两平行平面之间。该两平行平面垂直于基准轴线 *A*
		面对基准平面的垂直度公差	提取（实际）表面应限定在间距等于 0.08 垂直于基准平面 *A* 的两平行平面之间
倾斜度公差	∠	线对基准线的倾斜度公差	
		被测线与基准线在同一平面上	提取（实际）中心线应限定在间距等于 0.08 的两平行平面之间。该两平行平面按理论正确角度 60°倾斜于公共基准轴线 *A*—*B*
		被测线与基准线在不同平面内	提取（实际）中心线应限定在间距等于 0.08 的两平行平面之间。该两平行平面按理论正确角度 60°倾斜于公共基准轴线 *A*—*B*

（续）

公差特征	符　号	标　注　示　例	说　　明
倾斜度公差	∠	线对基准面的倾斜度公差	
			提取（实际）中心线应限定在间距等于 0.08 的两平行平面之间。该两平行平面按理论正确角度 60°倾斜于基准平面 *A*
			提取（实际）中心线应限定在直径等于 ϕ0.1 的圆柱面内。该圆柱面的中心线按理论正确角度 60°倾斜于基准平面 *A* 且平行于基准平面 *B*
		面对基准线的倾斜度公差	提取（实际）表面应限定在间距等于 0.1 的两平行平面之间。该两平行平面按理论正确角度 75°倾斜于基准轴线 *A*
		面对基准面的倾斜度公差	提取（实际）表面应限定在间距等于 0.08 的两平行平面之间。该两平行平面按理论正确角度 40°倾斜于基准平面 *A*

（续）

公差特征	符　号	标　注　示　例	说　　明
位置度公差	⌖	点的位置度公差	提取（实际）球心应限定在直径等于 $S\phi0.3$ 的圆球面内。该圆球面的中心由基准平面 A、基准平面 B、基准中心平面 C 和理论正确尺寸 30、25 确定
		线的位置度公差	
			各条刻线的提取（实际）中心线应限定在间距等于 0.1 对称于基准平面 A、B 和理论正确尺寸 25、10 确定的理论正确位置的两平行平面之间
			各孔测得（实际）中心线在给定方向上应限定在间距分别等于 0.05 和 0.2、且相互垂直的两平行平面内。每对平行平面对称于基准平面 C、A、B 和理论正确尺寸 25、15、30 确定的各孔轴线的理论正确位置
			提取（实际）中心线应限定在直径等于 $\phi0.08$ 的圆柱面内。该圆柱面的轴线应处于由基准平面 C、A、B 和理论正确尺寸 100、68 确定的理论正确位置

（续）

<table>
<tr><th>公差特征</th><th>符　号</th><th>标　注　示　例</th><th>说　　明</th></tr>
<tr><td rowspan="4">位置度公差</td><td rowspan="4">⌖</td><td>8×φ12
⌖ φ0.1 C A B
B 30 20 15 30 30 30 A C</td><td>各提取（实际）中心线应各自限定在直径等于 φ0.1 的圆柱面内。该圆柱面的轴线应处于由基准平面 C、A、B 和理论正确尺寸 20、15、30 确定的各孔轴线的理论正确位置上</td></tr>
<tr><td colspan="2">轮廓平面或者中心平面的位置度公差</td></tr>
<tr><td>15
105°
⌖ 0.05 A B
B φD A</td><td>提取（实际）表面应限定在间距等于 0.05、且对称于被测面的理论正确位置的两平行平面之间。该两平行平面对称于由基准平面 A、基准轴线 B 和理论正确尺寸 15、105°确定的被测面的理论正确位置</td></tr>
<tr><td>8×3.5±0.05
⌖ 0.05 A
A</td><td>提取（实际）中心面应限定在间距等于 0.05 的两平行平面之间。该两平行平面对称于由基准轴线 A 理论正确尺寸 45°确定的各被测面的理论正确位置</td></tr>
</table>

（续）

公差特征	符　号	标　注　示　例	说　　明
同心度和同轴度公差	◎	点的同心度公差	在任意横截面内，内圆的提取（实际）中心应限定在直径等于 ϕ0.1，以基准点 *A* 为圆心的圆周内
		轴线的同轴度公差	
			大圆柱面的提取（实际）中心线应限定在直径等于 ϕ0.08、以公共基准轴线 *A*—*B* 为轴线的圆柱面内
			大圆柱面的提取（实际）中心线应限定在直径等于 ϕ0.1，以基准轴线 *A* 为轴线的圆柱面内
			大圆柱面的提取（实际）中心线应限定在直径等于 ϕ0.1，以垂直于基准平面 *A* 的基准轴线 *B* 为轴线的圆柱面内

（续）

公差特征	符　号	标　注　示　例	说　　明
对称度公差	⌯	中心平面的对称度公差	
			提取（实际）中心面应限定在间距等于0.08，对称于基准中心平面 A 的两平行平面之间
			提取（实际）中心面应限定在间距等于0.08，对称于公共基准中心平面 A—B 的两平行平面之间
圆跳动公差	↗	径向圆跳动公差	
			在任一垂直于基准 A 的横截面内，提取（实际）圆应限定在半径差等于0.1，圆心在基准轴线 A 上的两同心圆之间
			在任一平行于基准平面 B、垂直于基准轴线 A 的截面上，提取（实际）圆应限定在半径差等于0.1，圆心在基准轴线 A 上的两同心圆之间

（续）

公差特征	符　号	标　注　示　例	说　　明
圆跳动公差	↗		在任一垂直于公共基准轴线 *A—B* 的横截面内，提取（实际）圆应限定在半径差等于 0.1，圆心在基准轴线 *A—B* 上的两同心圆之间
			在任一垂直于基准轴线 *A* 的横截面内，提取（实际）圆弧应限定在半径差等于 0.2，圆心在基准轴线 *A* 上的两同心圆弧之间
		轴向圆跳动公差	在与基准轴线 *D* 同轴的任一圆柱形截面上，提取（实际）圆应限定在轴向距离等于 0.1 的两个等圆之间
		斜向圆跳动公差	
			在与基准轴线 *C* 同轴的任一圆锥截面上，提取（实际）线应限定在素线方向间距等于 0.1 的两个不等圆之间

（续）

公差特征	符　号	标　注　示　例	说　　明
圆跳动公差	↗		当标注公差的素线不是直线时，圆锥截面的锥角要随所测圆的实际位置而改变
		给定方向的斜向圆跳动公差 	在与基准轴线 *C* 同轴且具有给定角度 60°的任一圆锥截面上，提取（实际）圆应限定在素线方向间距等于 0.1 的两不等圆之间
全跳动公差	⌰	径向全跳动公差 	提取（实际）表面应限定在半径等于 0.1、与公共轴线 *A*—*B* 同轴的两圆柱面之间
		轴向全跳动公差 	提取（实际）表面应限定在间距等于 0.1、垂直于基准轴线 *D* 的两平行平面之间

7.4 几何公差等级的选用

7.4.1 几何公差等级的选用原则

根据零件功能要求、结构、刚性和加工经济性等条件，按公差数值表（见本章附表）确定要素的公差值时，原则上应遵循下列各项：

（1）在同一要素上给出的形状公差值应小于位置公差值。如要求零件上平行的两个平面，其平面度公差值应小于平行度公差值。

（2）圆柱形零件的形状公差（轴线直线度除外）一般情况下应小于其尺寸公差。例如最大实体状态（MMC）下，形状公差在尺寸公差之内，形状误差包含在位置公差带内。

（3）选用几何公差等级时，应考虑结构特点和加工的难易程度，在满足零件功能要求下，对于下列情况应适应降低 1 ~2 级精度：

细长比较大的轴或孔；

距离较大的轴或孔；

宽度较大（一般大于二分之一长度）的零件表面；

线对线和线对面相对于面对面的平行度；

线对线和线对面相对于面对面的垂直度。

（4）选用几何公差等级时，应注意它与尺寸公差等级、表面粗糙度等之间的协调关系。例如：一般情况下，形状误差约占直径误差的 50% 左右（对精度高的零件约占 30%，对精度低的零件约占 70%），表面粗糙度的数值占平面度误差值的 1/4 ~1/5。

（5）在通常情况下，零件被测要素的形状误差比位置误差小得多。因此，给定平行度或垂直度公差的两个平面，其平面度的公差等级，应不低于平行度或垂直度的公差等级；同一圆柱面的圆度公差等级应不低于其径向圆跳动公差等级。

7.4.2 几何公差等级与加工方法的关系（表 7-6 ~ 表 7-11）

表 7-6 平行度加工经济精度

<table>
<tr><th rowspan="3">尺寸范围
/mm</th><th colspan="5">公 差 等 级</th></tr>
<tr><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th></tr>
<tr><th colspan="5">加 工 方 法</th></tr>
<tr><td>≤100</td><td rowspan="2">外圆磨</td><td rowspan="2">内圆磨</td><td rowspan="2">车床
卧式铣镗床</td><td rowspan="3">多刀半自动车床
拉 削</td><td>转塔车床</td></tr>
<tr><td>≤250</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>≤400</td><td rowspan="2">内圆磨
平面磨</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">牛头刨
铣床</td></tr>
<tr><td>≤800</td><td></td></tr>
<tr><td>≤1600</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3">龙门铣</td><td rowspan="3">龙门刨</td><td rowspan="3">落地车床
立 车</td><td rowspan="2">卧式车床</td></tr>
<tr><td>≤3200</td></tr>
<tr><td>≤16000</td><td></td></tr>
</table>

表 7-7　圆柱度加工经济精度

<table>
<tr><td rowspan="3">尺寸范围/mm</td><td colspan="7">公　差　等　级</td></tr>
<tr><td colspan="2">6</td><td colspan="2">7</td><td colspan="2">8</td><td>9</td></tr>
<tr><td colspan="7">加　工　方　法</td></tr>
<tr><td>≤160</td><td rowspan="2">无心磨
外圆磨</td><td rowspan="2">卧式精车</td><td colspan="2" rowspan="4">外圆磨
内圆磨</td><td colspan="3" rowspan="3">卧式铣镗</td></tr>
<tr><td>≤200</td></tr>
<tr><td>≤400</td><td rowspan="9"></td><td rowspan="9"></td></tr>
<tr><td>≤800</td><td rowspan="3">立车</td><td rowspan="4">卧式车</td><td rowspan="8"></td></tr>
<tr><td>≤1600</td><td rowspan="6">落地车</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>≤2500</td></tr>
<tr><td>≤3150</td><td rowspan="5"></td></tr>
<tr><td>≤4000</td><td rowspan="4">立车</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>≤6300</td></tr>
<tr><td>≤8000</td></tr>
<tr><td>≤10000</td><td></td></tr>
</table>

表 7-8　各种加工方法所能达到的直线度、平面度公差等级

加 工 方 法			公差等级											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
车	卧式车 立　车 自动车	粗											○	○
		细									○	○		
		精					○	○	○	○				
铣	万能铣	粗											○	○
		细										○	○	
		精						○	○	○	○			
刨	龙门刨 牛头刨	粗											○	○
		细									○	○		
		精						○	○	○	○			
磨	无心磨 外圆磨 平　磨	粗										○	○	○
		细								○	○			
		精		○	○	○	○	○	○					
研磨	机动研磨 手工研磨	粗				○	○							
		细			○									
		精	○	○										
刮		粗						○	○					
		细				○	○							
		精	○	○	○									

注：本表内容摘自机床设计手册Ⅰ. 北京：机械工业出版社，1978。

表 7-9　各种加工方法所能达到的平行度、垂直度和端面跳动公差等级

加工方法	公差等级											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	面/面											
拉								○	○	○	○	○
插							○	○	○	○	○	○
刨						○	○	○	○	○	○	○
铣					○	○	○	○	○	○		
磨			○	○	○	○	○	○				
刮	○	○	○									
研	○	○	○									
	面/线											
钻（铰）								○	○	○	○	○
铣						○	○	○	○	○		
车（镗）					○	○	○	○	○			
坐标镗				○	○	○	○					
磨			○	○	○	○	○	○				
	线/线											
钻（铰）								○	○	○		
铣							○	○	○			
车（镗）						○	○	○				
磨					○	○	○	○				
坐标镗			○	○	○	○						

表 7-10　各种加工方法所能达到的圆度、圆柱度公差等级

表面	加工方法		公差等级											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
轴	车	自动、半自动车							○	○	○			
		立车、六角车						○	○	○	○			
		卧式车					○	○	○	○	○	○	○	○
		精车			○	○	○							
	磨	无心磨			○	○	○	○	○	○				
		外圆磨	○	○	○	○	○	○	○					
	研磨		○	○	○	○	○							

（续）

表面	加工方法		公差等级											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
孔	普通钻孔								○	○	○	○	○	○
	铰、拉孔							○	○	○				
	车（扩）孔						○	○	○	○	○			
	镗	普通镗					○	○	○	○	○			
		精镗			○	○	○							
	珩磨						○	○	○					
	磨孔					○	○	○						
	研磨		○	○	○	○	○							

表 7-11　各种加工方法所能达到的同轴度、径向跳动公差等级

加工方法		公差等级											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
铰							○	○	○				
车、镗	孔					○	○	○	○	○	○		
	轴				○	○	○	○	○	○			
磨	孔			○	○	○	○	○	○				
	轴		○	○	○	○	○	○					
珩磨				○	○	○							
研磨		○	○	○	○								

7.4.3　几何公差等级的选用举例（表 7-12 ~ 表 7-15）

表 7-12　直线度、平面度的公差等级应用举例

公差等级	应用举例
1、2	用于精密量具、测量仪器以及精度要求很高的精密机械零件。如 0 级样板平尺、0 级宽平尺、工具显微镜等精密测量仪器的导轨面等
3	用于 0 级及 1 级宽平尺的工作面、1 级样板平尺的工作面、测量仪器圆弧导轨、测量仪器测杆等
4	用于高精度平面磨床的 V 形导轨和滚动导轨、轴承磨床及平面磨床床身导轨，1 级宽平尺，0 级平板；测量仪器的 V 形导轨等
5	用于平面磨床的纵导轨、垂直导轨、立柱导轨和平面磨床的工作台，液压龙门刨床导轨面、转塔车床床身导轨面，1 级平板、2 级宽平尺等
6	用于卧式车床床身导轨面、龙门刨床导轨面、滚齿机立柱导轨、床身导轨以及工作台，自动车床床身导轨，平面磨床垂直导轨，卧式镗床、铣床的工作台，以及机床主轴箱的导轨，1 级平板等
7	用于机床的床头箱体、滚齿机床身导轨、镗床的工作台、摇臂钻底座工作台以及 0.02 游标卡尺尺身的直线度，2 级平板等

（续）

公差等级	应　用　举　例
8	用于车床溜板箱体、机床主轴箱体、机床传动箱体的结合面、自动车床底面，2 级平板等
9	用于机床溜板箱、立钻底面的工作台、螺纹磨床的挂轮架以及 3 级平板等
10	用于自动车床床身底面的平面、车床挂轮架的平面等
11、12	用于易变形的薄片、薄壳零件，如离合器的摩擦片等

表 7-13　平行度、垂直度及端面跳动公差等级应用举例

公差等级	面/面 平行度举例	面/线，线/线 平行度举例	垂直度和端面跳动举例
1	高精度机床，高精度测量仪器以及量具等主要基准面和工作面		高精度机床、高精度测量仪器以及量具等主要基准面和工作面
2、3	精密机床、精密测量仪器、量具以及夹具的基准面和工作面	精密机床上重要箱体主轴孔对基准面及对其他孔的要求	精密机床导轨，普通机床重要导轨，机床主轴轴向定位面，精密机床主轴肩端面；滚动轴承座圈端面；齿轮测量仪的心轴，光学分度头心轴端面，精密刀具、量具工作面和基准面
4、5	卧式车床，测量仪器、量具的基准面和工作面，高精度轴承座圈，端盖，挡圈的端面	机床主轴孔对基准面要求，重要轴承孔对基准面要求，床头箱体重要孔间要求，齿轮泵的端面等	普通机床导轨，精密机床重要零件，机床重要支承面，普通机床主轴偏摆，测量仪器、刀、量具，液压传动轴瓦端面，刀、量具工作面和基准面
6、7	一般机床零件的工作面和基准面；一般刀、量、夹具工作面	机床一般轴承孔对基准面要求；床头箱一般孔间要求；主轴花键对定心直径要求；刀、量、模具	普通精度机床主要基准面和工作面，回转工作台端面，一般导轨，主轴箱体孔、刀架、砂轮架及工作台回转中心，一般轴肩对其轴线

注：1. 在满足设计要求的前提下，考虑到零件加工的经济性，对于线对线和线对面的平行度及垂直度公差等级，应选用低于面对面的平行度及垂直度的公差等级。

2. 使用本表选择面对面平行度、垂直度时，宽度应不大于 1/2 长度，若大于 1/2，则建议降低一级公差等级。

表 7-14　圆度、圆柱度公差等级应用举例

公差等级	应　用　举　例
1	高精度机床主轴，滚动轴承滚珠和滚柱，高精度测量仪主轴等
2	精密机床主轴轴颈、针阀圆柱表面，精密测量仪主轴，外套，阀套，高压油泵柱塞，柱塞套等
3	高精度外圆磨床、轴承磨床砂轮主轴套筒，高精度微型滚动轴承内外圈等
4	较精密机床主轴，精密机床主轴箱孔，较高精度滚动轴承配合轴等
5	一般测量仪主轴，一般机床主轴，较精密机床主轴箱孔，较低精度滚动轴承配合轴等
6	一般机床主轴箱孔，通用减速器轴颈等

表 7-15　同轴度、径向跳动公差等级应用举例

公差等级	应　用　举　例
1、2	用于同轴度或旋转精度要求很高、尺寸公差高于 1 级的零件，如精密测量仪器的主轴和顶尖
3、4	用于同轴度或旋转精度要求高、尺寸公差为 1 级或高于 1 级的零件，如机床主轴轴颈、砂轮轴轴颈、高精度滚动轴承内、外圈等
5、6	应用范围比较广的公差等级。用于精度要求较高、尺寸公差为 2 级的零件，如机床主轴轴颈、主轴箱孔（不同轴度）及一般精度轴承内、外圈等

注：选用公差等级时，除根据零件使用要求外，还应注意零件结构特征，如细长的零件或两孔距离较大的零件，应相应地降低公差等级 1 ~2 级。

7.5　图样上未注之几何公差值及其表示法

1. 未注之几何公差值

GB/T 1184—1996 对于图样上未注几何公差的公差值规定如下：

（1）直线度和平面度（表 7-16）。选取直线度和平面度的公差值时，对于直线度应按其相应线的长度选用；对于平面度应按其表面的较长一侧选用。

表 7-16　直线度和平面度的未注公差值　　（单位：mm）

公差等级	基本长度范围					
	~10	>10 ~30	>30 ~100	>100 ~300	>300 ~1000	>1000 ~3000
H	0. 02	0. 05	0. 1	0. 2	0. 3	0. 4
K	0. 05	0. 1	0. 2	0. 4	0. 6	0. 8
L	0. 1	0. 2	0. 4	0. 8	1. 2	1. 6

（2）平行度。平行度的未注公差值等于给出的尺寸公差值，或者是直线度和平面度未注公差值之较大者，并取两要素中的较长者作为基准。

（3）垂直度（表 7-17）。选取垂直度的未注公差值时，以形成直角的两边中的较长一边作为基准，较短之一边作为被测要素。

表 7-17　垂直度未注公差值　　（单位：mm）

公差等级	基本长度范围			
	~100	>100 ~300	>300 ~1000	>1000 ~3000
H	0. 2	0. 3	0. 4	0. 5
K	0. 4	0. 6	0. 8	1
L	0. 6	1	1. 5	2

（4）对称度（表 7-18）。选取对称度的未注公差值时，应以两要素中的较长者作为基准，较短者作为被测要素。

表 7-18　对称度未注公差值　　（单位：mm）

公差等级	基本长度范围			
	~100	>100~300	>300~1000	>1000~3000
H	0.5			
K	0.6		0.8	1
L	0.6	1	1.5	2

（5）圆跳动（径向、端面和斜向）（表 7-19）。选取圆跳动的未注公差值时，应以设计或工艺支承面作为基准，否则取两要素中较长的一个作为基础。

表 7-19　圆跳动的未注公差值　　（单位：mm）

公差等级	圆跳动公差值
H	0.1
K	0.2
L	0.5

（6）圆度。圆度的未注公差值等于给出的直径尺寸公差，但不得大于表 7-19 中的径向圆跳动值。

2. 未注公差值的图样表示法

当采用 GB/T 1184—1996 标准规定的未注公差值时，应在标题栏或技术要求项中注明标准号及公差等级，例如：GB/T 1184—K（K 为公差等级）。

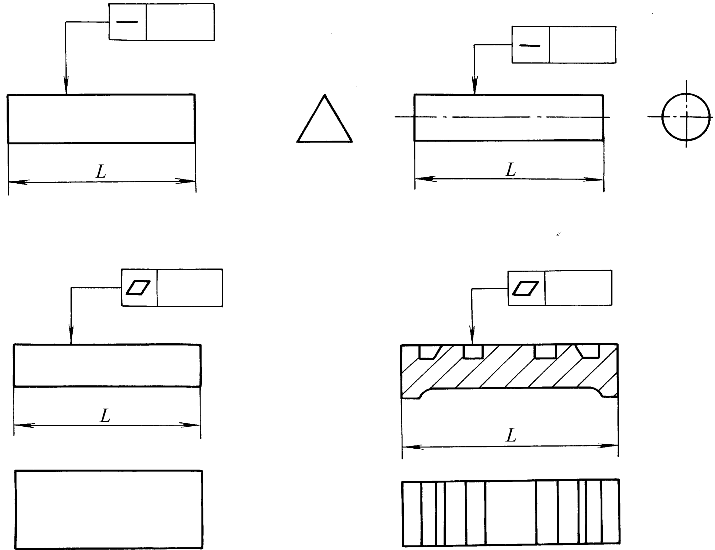
附　　表

附表 7-1　直线度、平面度的公差值

（GB/T 1184—1996 附录）

主参数 L /mm	公差等级											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	公差值/μm											
≤10	0.2	0.4	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	30	60
>10~16	0.25	0.5	1	1.5	2.5	4	6	10	15	25	40	80
>16~25	0.3	0.6	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	100
>25~40	0.4	0.8	1.5	2.5	4	6	10	15	25	40	60	120
>40~63	0.5	1	2	3	5	8	12	20	30	50	80	150
>63~100	0.6	1.2	2.5	4	6	10	15	25	40	60	100	200
>100~160	0.8	1.5	3	5	8	12	20	30	50	80	120	250
>160~250	1	2	4	6	10	15	25	40	60	100	150	300
>250~400	1.2	2.5	5	8	12	20	30	50	80	120	200	400
>400~630	1.5	3	6	10	15	25	40	60	100	150	250	500
>630~1000	2	4	8	12	20	30	50	80	120	200	300	600
>1000~1600	2.5	5	10	15	25	40	60	100	150	250	400	800
>1600~2500	3	6	12	20	30	50	80	120	200	300	500	1000
>2500~4000	4	8	15	25	40	60	100	150	250	400	600	1200
>4000~6300	5	10	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1500
>6300~10000	6	12	25	40	60	100	150	250	400	600	1000	2000

主参数 *L* 图例:

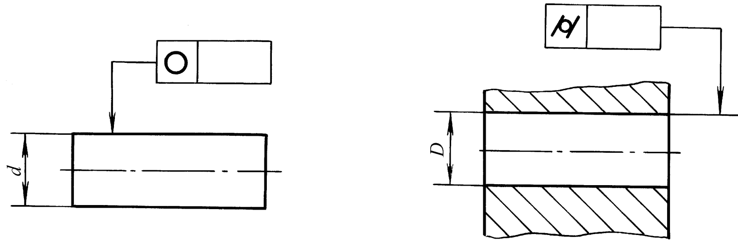


附表 7-2　圆度、圆柱度的公差值

(GB/T 1184—1996 附录)

主参数 $d(D)$ /mm	公差等级												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	公差值/μm												
≤3	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25
>3～6	0.1	0.2	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30
>6～10	0.12	0.25	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36
>10～18	0.15	0.25	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43
>18～30	0.2	0.3	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52
>30～50	0.25	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62
>50～80	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74
>80～120	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87
>120～180	0.6	1	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100
>180～250	0.8	1.2	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115
>250～315	1.0	1.6	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130
>315～400	1.2	2	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140
>400～500	1.5	2.5	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155

主参数 $d(D)$ 图例：

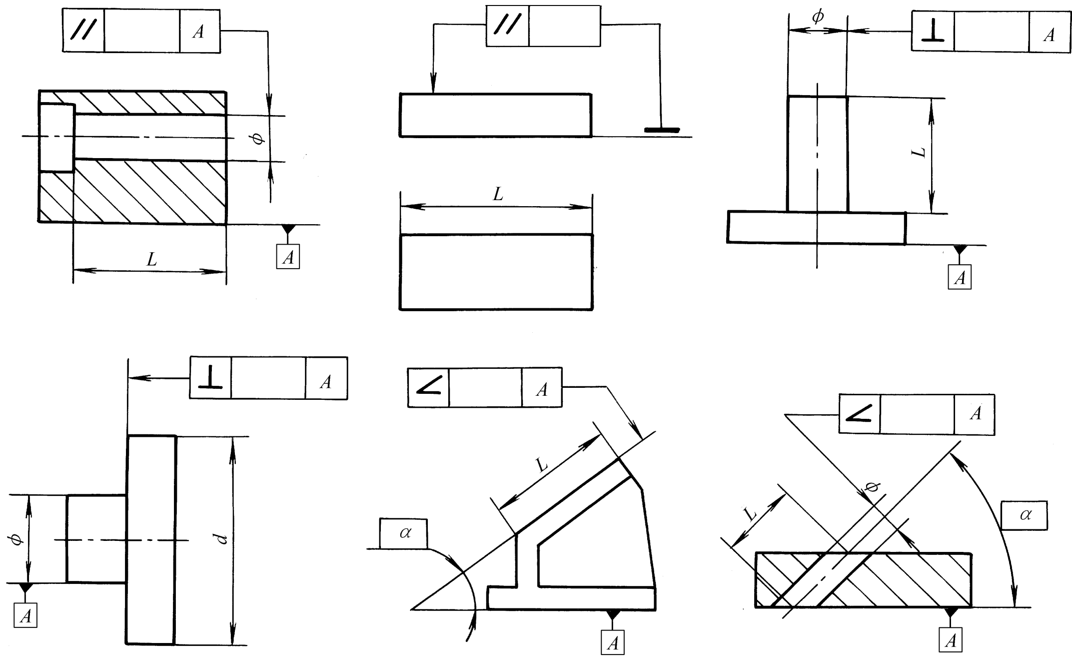


附表 7-3　平行度、垂直度、倾斜度的公差值

（GB/T 1184—1996 附录）

主参数 $L,d(D)$ /mm	公差等级											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	公差值/μm											
≤10	0.4	0.8	1.5	3	5	8	12	20	30	50	80	120
>10～16	0.5	1	2	4	6	10	15	25	40	60	100	150
>16～25	0.6	1.2	2.5	5	8	12	20	30	50	80	120	200
>25～40	0.8	1.5	3	6	10	15	25	40	60	100	150	250
>40～63	1	2	4	8	12	20	30	50	80	120	200	300
>63～100	1.2	2.5	5	10	15	25	40	60	100	150	250	400
>100～160	1.5	3	6	12	20	30	50	80	120	200	300	500
>160～250	2	4	8	15	25	40	60	100	150	250	400	600
>250～400	2.5	5	10	20	30	50	80	120	200	300	500	800
>400～630	3	6	12	25	40	60	100	150	250	400	600	1000
>630～1000	4	8	15	30	50	80	120	200	300	500	800	1200
>1000～1600	5	10	20	40	60	100	150	250	400	600	1000	1500
>1600～2500	6	12	25	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000
>2500～4000	8	15	30	60	100	150	250	400	600	1000	1500	2500
>4000～6300	10	20	40	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3000
>6300～10000	12	25	50	100	150	250	400	600	1000	1500	2500	4000

主参数 $L, d(D)$ 图例：



附表 7-4 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动的公差值

（GB/T 1184—1996 附录）

主参数 $d(D), B, L$ /mm	公差等级 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	公差值/μm											
≤1	0.4	0.6	1.0	1.5	2.5	4	6	10	15	25	40	60
>1~3	0.4	0.6	1.0	1.5	2.5	4	6	10	20	40	60	120
>3~6	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	12	25	50	80	150
>6~10	0.6	1	1.5	2.5	4	6	10	15	30	60	100	200
>10~18	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	40	80	120	250
>18~30	1	1.5	2.5	4	6	10	15	25	50	100	150	300
>30~50	1.2	2	3	5	8	12	20	30	60	120	200	400
>50~120	1.5	2.5	4	6	10	15	25	40	80	150	250	500
>120~250	2	3	5	8	12	20	30	50	100	200	300	600
>250~500	2.5	4	6	10	15	25	40	60	120	250	400	800
>500~800	3	5	8	12	20	30	50	80	150	300	500	1000
>800~1250	4	6	10	15	25	40	60	100	200	400	600	1200
>1250~2000	5	8	12	20	30	50	80	120	250	500	800	1500
>2000~3150	6	10	15	25	40	60	100	150	300	600	1000	2000
>3150~5000	8	12	20	30	50	80	120	200	400	800	1200	2500
>5000~8000	10	15	25	40	60	100	150	250	500	1000	1500	3000
>8000~10000	12	20	30	50	80	120	200	300	600	1200	2000	4000

主参数 $d(D)$，B，L 图例：

当被测要素为圆锥面时，取 $d=\frac{d_1+d_2}{2}$

第 8 章　装配图及常见装配结构

8.1　装配图的表示方法

装配图是用来表达产品或部件中的各部件之间、部件与零件之间、各零件之间装配关系的图样。

在装配图中，除了采用各种视图、剖视图、断面图等表示方法以外，还可采用装配图中的一些特定表示法。这些表示法详见第 2 章。

图 8-1 所示为装配图的一个图例。

8.2　装配图上的尺寸

在装配图中，根据使用要求，一般标注如下各类尺寸。

1）规格尺寸：表达产品或部件的性能和规格的尺寸。如图 8-1 中齿轮油泵的进出口管螺纹尺寸代号 G3/8。

2）装配尺寸：说明产品或部件内零件之间装配要求的尺寸。包括配合尺寸和重要的相对位置尺寸。如图 8-1 中，$\phi 14\frac{H8}{f7}$、$\phi 30\frac{H8}{f7}$是配合尺寸；25 ±0. 02 是重要的相对位置尺寸。

3）外形尺寸：表示产品或部件的总长、总宽和总高的尺寸。如图 8-1 中，172、120、110 均为外形尺寸。

4）安装尺寸：表示产品或部件安装在基础上或其他零、部件上所必需的尺寸。如图 8-1 中安装板的长 120、宽 40、厚 15；两安装孔径 ϕ10 及其中心距 88。

5）其他重要尺寸：设计时的计算尺寸（包括装配尺寸链）、装配时的加工尺寸、运动件的极限位置尺寸以及某些重要的结构尺寸等。如图 8-1 中 25 ±0. 02 为设计时的计算尺寸；“销孔 ϕ3 装配时同钻铰”为装配时的加工尺寸。

8.3　装配图上零、部件序号及其编排方法

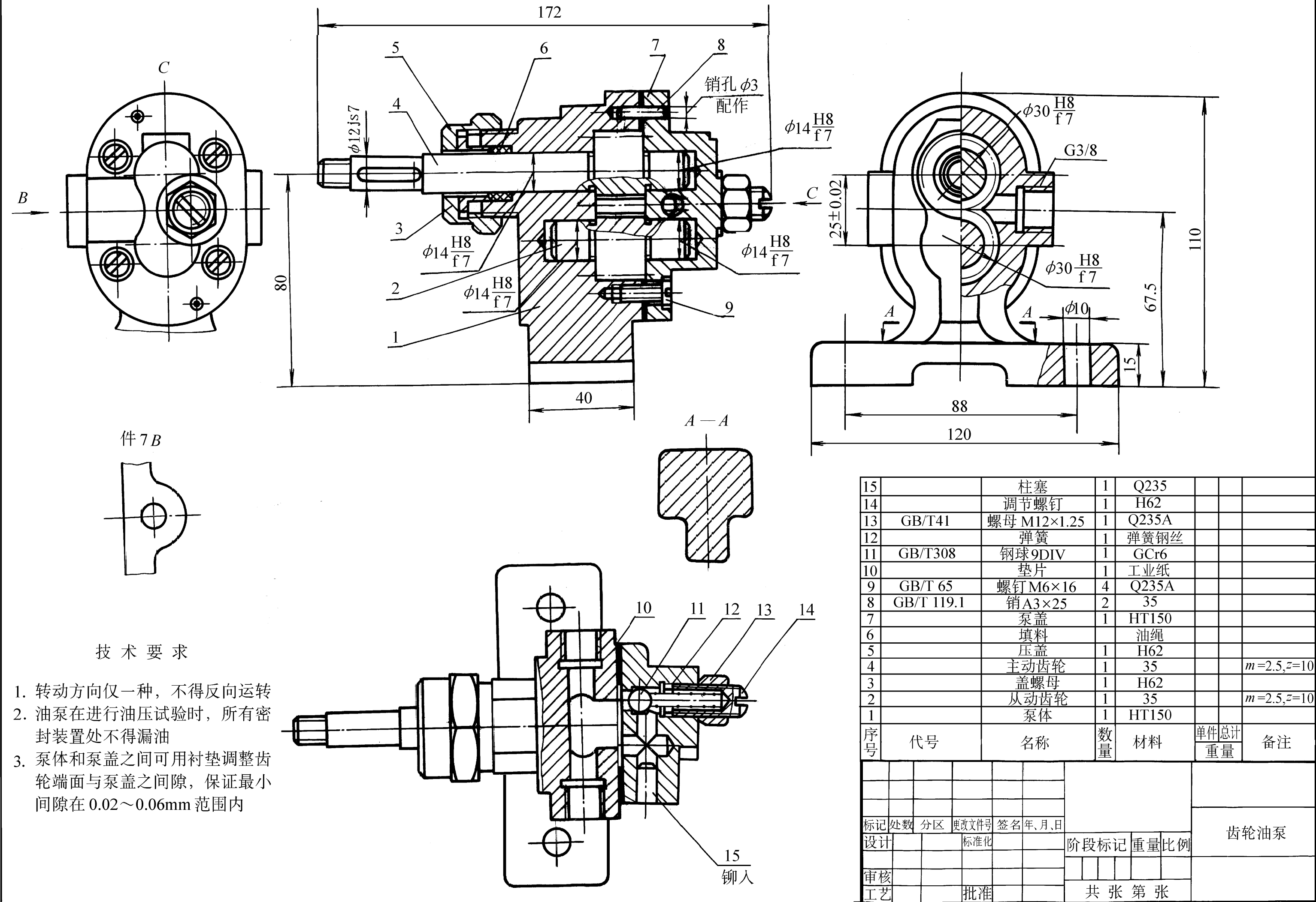
为了便于生产管理和阅读装配图，GB/T 4458. 2—2003 对装配图上零、部件序号及其编排方法均有规定。

8. 3. 1　编排零、部件序号的一般规定

1）装配图中所有的零、部件都必须编号。

2）装配图中一个部件可只编写一个序号。同一装配图中相同的零、部件应编写同样的序号。

3）装配图中零、部件的序号，应与明细栏中的序号一致。



序号	代号	名称	数量	材料	单件重量	总计重量	备注
15		柱塞	1	Q235			
14		调节螺钉	1	H62			
13	GB/T41	螺母 M12×1.25	1	Q235A			
12		弹簧	1	弹簧钢丝			
11	GB/T308	钢球 9DIV	1	GCr6			
10		垫片	1	工业纸			
9	GB/T 65	螺钉 M6×16	4	Q235A			
8	GB/T 119.1	销 A3×25	2	35			
7		泵盖	1	HT150			
6		填料		油绳			
5		压盖	1	H62			
4		主动齿轮	1	35			m=2.5,z=10
3		盖螺母	1	H62			
2		从动齿轮	1	35			m=2.5,z=10
1		泵体	1	HT150			

技 术 要 求

1. 转动方向仅一种，不得反向运转
2. 油泵在进行油压试验时，所有密封装置处不得漏油
3. 泵体和泵盖之间可用衬垫调整齿轮端面与泵盖之间隙，保证最小间隙在 0.02～0.06mm 范围内

图 8-1

8.3.2 零、部件序号的编排方法

（1）装配图中编写零、部件序号的通用表示方法有以下三种：

1）在指引线的水平线（细实线）上或圆（细实线）内注写序号，序号字高比该装配图中所注尺寸数字高度大一号，如图 8-2a 所示。

2）在指引线的水平线（细实线）上或圆（细实线）内注写序号，序号字高比该装配图中所注尺寸数字高度大两号，如图 8-2b 所示。

3）在指引线附近注写序号，序号字高比该装配图中所注尺寸数字高度大两号，如图 8-2c 所示。

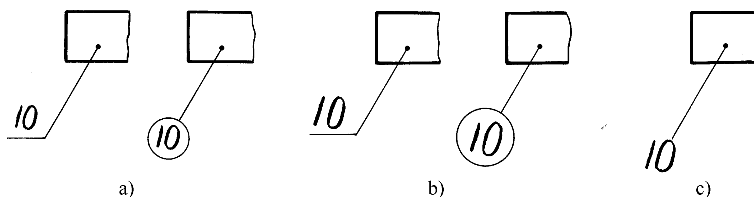


图 8-2

（2）同一装配图中编注序号的形式应一致。

（3）相同的零、部件用一个序号，一般只标注一次。对多处出现的相同零、部件，必要时也可重复标注。

（4）指引线应自所指部分的可见轮廓内引出，并在末端画一圆点，如图 8-2。若所指部分（很薄的零件或涂黑的剖面）内不便画圆点时，可在指引线的末端画出箭头，并指向该部分的轮廓，如图 8-3 所示。

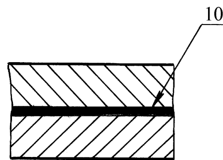


图 8-3

指引线相互不能相交。当通过有剖面线的区域时，指引线不应与剖面线平行。

一组紧固件以及装配关系清楚的零件组，可以采用公共指引线，如图 8-4。

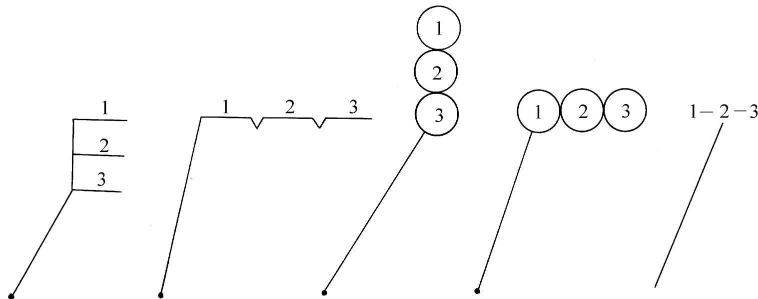


图 8-4

（5）装配图中的序号应按水平或铅垂方向排列整齐。

（6）装配图上的序号可按下列两种方法编排：

1）按顺时针或逆时针方向顺次排列。在整个图上无法连续时，可只在每个水平或铅垂

方向顺次排列，如图 8-1 所示。

2）也可按装配图明细栏中的序号排列，采用此种方法时，应尽量在每个水平或铅垂方向顺次排列。

8.4 装配工艺结构

8.4.1 接触面及配合面

两零件以平面接触时，在同一个方向上只能有一个接触面（图 8-5a、b）。两零件以圆柱面接触（图 8-5c、d）时，接触面转折处必须制有倒角或圆角、退刀槽，以保证接触良好。

锥面配合时，两配合件的端面必须留有间隙（图 8-5e）。

为使螺栓或螺钉连接可靠，应有沉孔或凸台（图 8-5f、g）。

较长的接触平面（图 8-5h）或圆柱面（图 8-5i）应制出凹槽，以减少加工面。

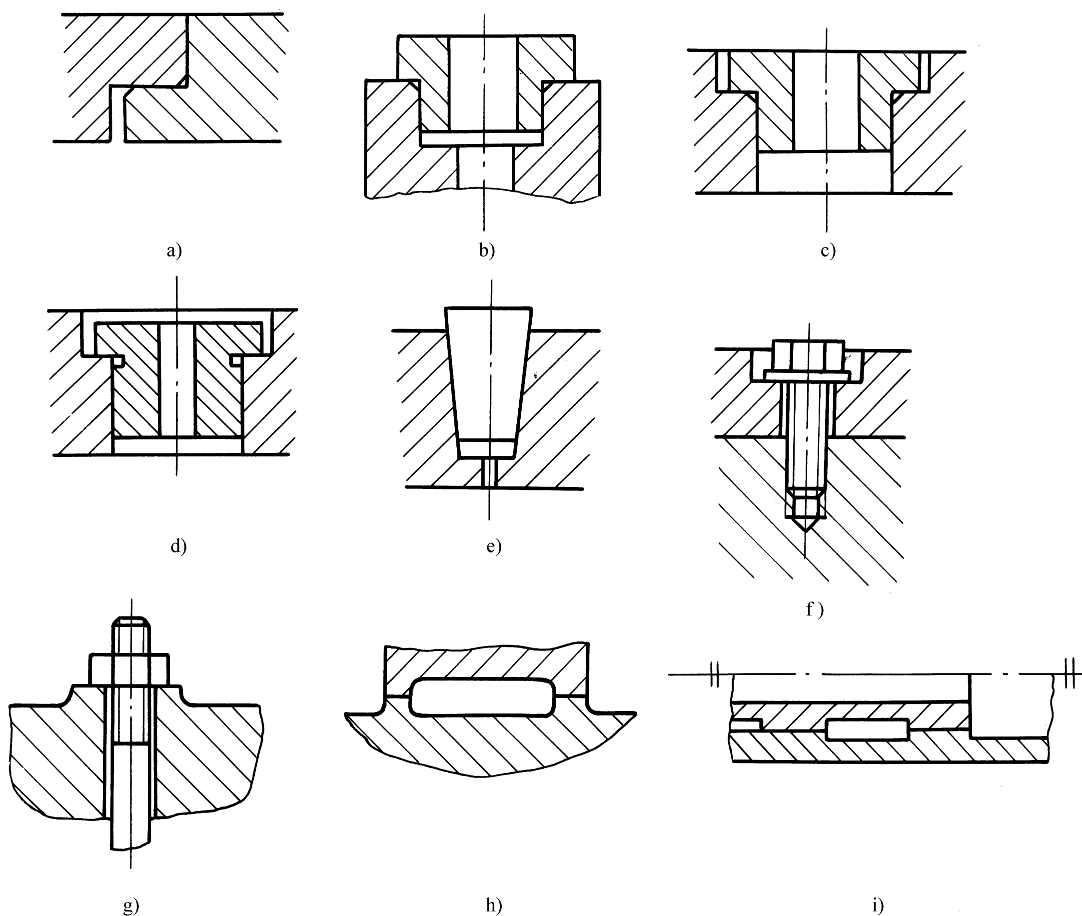


图 8-5

8.4.2 螺纹联接

如图 8-6 所示，为保证拧紧，螺杆上螺纹终止处应制出退刀槽（图 8-6a），或在螺孔上制出凹坑（图 8-6b）或倒角（图 8-6c）。

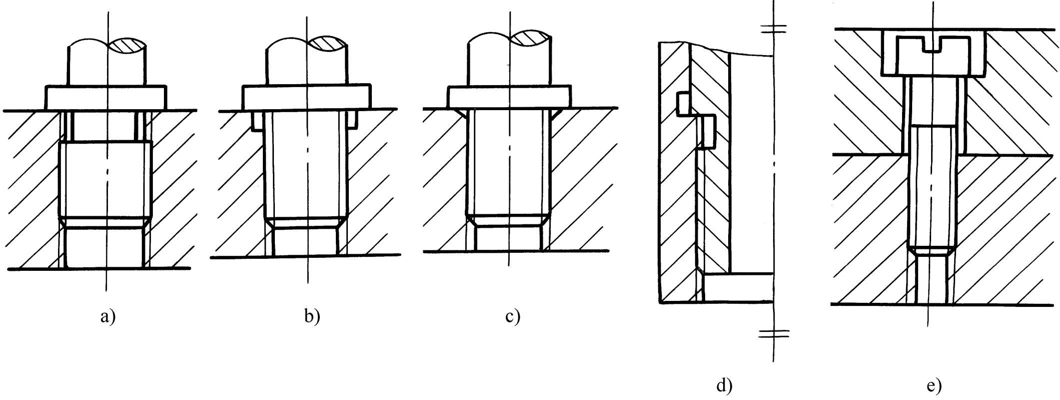


图 8-6

螺纹的大径应小于定位柱面的直径（图 8-6d）。

螺钉头与沉孔之间的间隙应大于螺杆与过孔之间的间隙（图 8-6e）。

8.4.3 销联接

在条件允许时，销孔一般应制成通孔，以便拆装和加工（图 8-7a）。

用销联接轴上零件时，轴上零件应制有工艺螺孔，以备加工销孔时用螺钉拧紧（图 8-7b）。

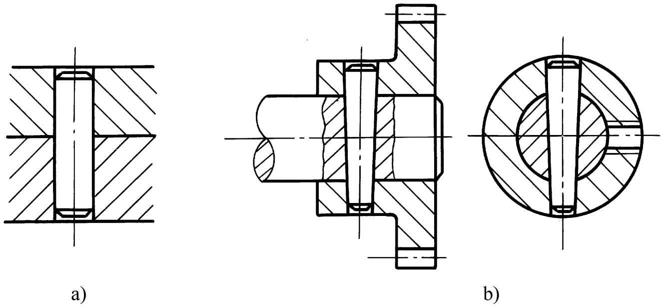


图 8-7

8.4.4 装拆空间

设计制图时要考虑零件便于拆装，必要时要留出装拆空间，如图 8-8 所示扳手所需空间值见表 8-1 所示。

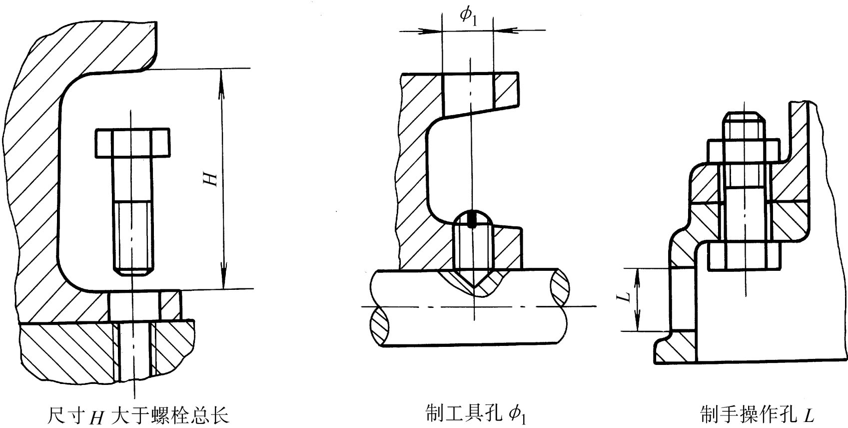
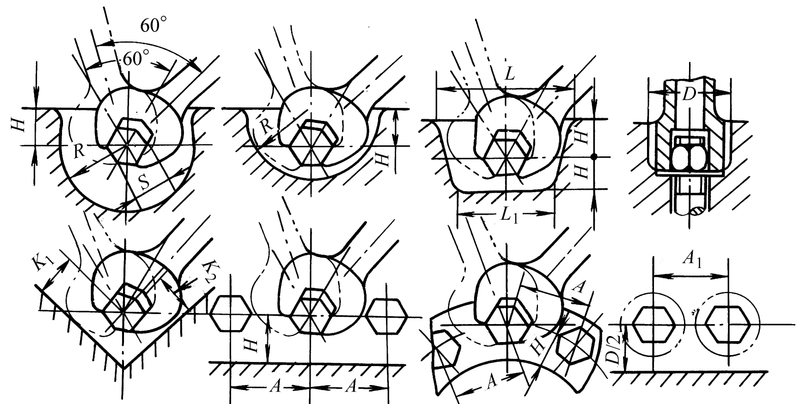


图 8-8

表 8-1 扳 手 空 间



（单位：mm）

螺纹直径 d		扳手口 S	A	H	K_1	K_2	L	L_1	R	D	A_1
标准头	小头										
6		10	21	9	12	11	36	26	18	22	18
	8	12	25	10	15	13	48	38	24	26	20
8	10	13	30	12	18	15	52	40	26	28	22
10	12	16	34	14	20	18	60	45	30	32	26
12	14	18	38	16	22	20	68	50	34	36	30
14	16										
16	18	24	48	18	28	25	80	60	40	45	36
18	20										
20	22	30	58	22	34	30	100	75	50	52	45
22	24										
24	27	36	68	25	40	35	120	95	60	62	52
27	30										
30		46	90	32	50	42	150	115	75	75	65
	36	50	95	40	55	45	170	125	85	85	72
36	42	55	105	40	60	48	180	140	90	92	78
42	48	65	125	45	70	55	210	165	105		
48		75	145	50	80	60	240	190	120		
52		80	150	55	85	70	260	200	130		
56		85	165	60	90	75	280	215	140		
60		90	185	65	100	75	290	220	145		
64		95	185	65	105	80	300	230	150		
68		100	195	70	110	85	320	245	160		
72		105	210	75	115	90	340	260	170		
76		110	215	75	115	90	350	270	175		
80		115	225	80	125	100	360	275	180		
90		130	250	90	145	115	420	325	210		
100		145	285	100	160	125	470	360	235		
110		155	300	110	170	135	500	380	250		
125		180	350	125	195	150	560	425	280		
		185	365	130	210	160	590	450	295		
140		200	390	130	220	165	620	480	310		
150		210	410	145	230	175	650	495	325		
160		225	425	145	250	180	700	545	350		

8.5　密封结构

8.5.1　静密封

静密封结构的图例及画法见表 8-2。

表 8-2　静密封结构

类别	图　　例	画　　法
垫片密封	a)　b)　c)	密封垫片两端面应分别与被密封件端面接触，被密封的两零件端面一般画为不接触（图 a、图 b） 密封件为软材料时，应充满凹槽，即四周均无缝隙（图 c）
填料密封		填料应充满密封槽，壳体与法兰盘在轴向应有间隙
管道连接密封	a)　b)　c)　d) 接头体　螺母　压套　管子	螺纹联接处的密封材料（麻、胶）等不画出（图 a） 橡胶圈密封（图 b）、球头密封（图 c）与连接件是线接触，应画成相切 图 d 为扩口锥面密封。螺母与压套端面接触，压套、接头体与管子间是锥面接触
自紧式密封	B 形环　卡箍　C 形环 a)　b)	密封件是 B 形环和 C 形环，其外圆柱面与被密封件接触

8.5.2 接触式动密封

接触式动密封的图例及画法见表8-3。

表8-3 接触式动密封

类别	图例	画法
毛毡密封	压盖 密封盖 a) b) 压盖 c)	毛毡应充满密封槽,与轴颈相接触,密封盖与轴颈间画出间隙(图a)。压盖与壳体端面可接触(图b),也可画出间隙(图c)。用螺纹压盖时,毛毡画法如图c
压盖填料密封	螺母 压盖 填料 a) 上密封环 压盖 下密封环 b)	密封环或填料用压盖压紧,其轴向各端面相互接触。压盖与壳体端面间,压盖与轴颈间均留有间隙(图a)。压盖与壳体径向无间隙,上密封环与轴颈间,下密封环与壳体间均有间隙,以存贮润滑油(图b)
皮碗密封	骨架 弹簧 唇 a) b) c)	一般将皮碗固结在不动件上 图a、图b为分别用压盖和挡圈把皮碗固接在壳体上,皮碗外径与壳体内径靠紧,皮碗唇与运动件径向接触,唇口应朝向被密封处 图a所示结构(或形式)主要用于防尘 图b所示结构(或形式)主要用于防漏 图c是轴不动,壳体旋转的皮碗密封结构

（续）

类别	图　　例	画　　法
涨圈密封	a)　b)　c)	涨圈槽在轴上（图 a），或在壳体上（图 b），槽底画出间隙。涨圈与槽的一个侧面接触，另一侧面画出间隙 图 c 有内、外衬套，以备磨损后更换

8.5.3　非接触式动密封

非接触式动密封的结构及画法见表 8-4。

表 8-4　非接触式动密封　　（单位：mm）

类别	结　构　及　画　法
间隙密封	a) 初始结构 b) 防尘节流环 c) 螺纹槽

轴直径	轴与轴承盖间隙
≤50	0.25～0.4
>50	0.5～1

d	>50～80	>80～120	>120～180	>180
R	1.5	2	2.5	3
t	4.5	6	7.5	9
d_1	$d+1$			
b_{min}	$nt+R$			
n（槽数）	一般 $n=2$～4			

轴直径	直径间隙	螺距	头数	螺纹槽宽	槽深
10～18	0.045～0.094	3 5	1	1	0.5
>18～30	0.060～0.118	7 10	2	1	0.5
>30～50	0.075～0.142	7 10	2	1.5 2	1.0
>50～80	0.095～0.175	10	3	1.5	1.0
>80～120	0.120～0.210	16 24	4	2	1.0

（续）

类别	结构及画法
甩油环密封	甩油环　回油孔 a) 回油孔在轴下方 甩油环 b) 甩油环与壳体有间隙
曲路迷宫密封	a) 径向曲路 0.2～0.3　0.4～0.5 b) 轴向曲路

轴径 d	10～50	>50～80	>80～110	>110～180
e	0.2	0.3	0.4	0.5
f	1	1.5	2	2.5

8.6 润滑结构

常见的润滑结构及画法见表 8-5。

表 8-5 润滑结构

类别	图例	画法
飞溅及油浴润滑	a) 滚动轴承油浴润滑　b) 齿轮油浴润滑	滚动轴承油浴润滑的油面一般不超过下方钢球的中心线(图 a)。齿轮油浴润滑时，齿轮浸油深度一般不小于 10mm，不大于 1～2 个齿高，需画出油路(图 b)

（续）

类别	图　　例	画　　法
滴油润滑	a) 油杯润滑　b) 油垫润滑	油杯为标准件，一般在装配图上只画外形（图 a） 油垫紧靠在油池底面和转动轴的表面（图 b）
带油润滑	a) 油环润滑　b) 油链润滑	油环和油链的下方应浸在油中
脂润滑		在壳体径向，或在压盖轴线上留有注油孔，装入黄油杯。油杯只画外形

8.7 螺纹联接的防松结构

8.7.1 螺纹联接的摩擦防松结构

图 8-9 所示为螺母防松结构；图 8-10 所示为垫圈防松结构。

8.7.2 螺纹联接的机械防松结构

1. 止动垫圈防松结构（图 8-11）
2. 开口销防松结构（图 8-12）
3. 钢丝防松结构（图 8-13）

4. 紧定螺钉防松结构（图 8-14）

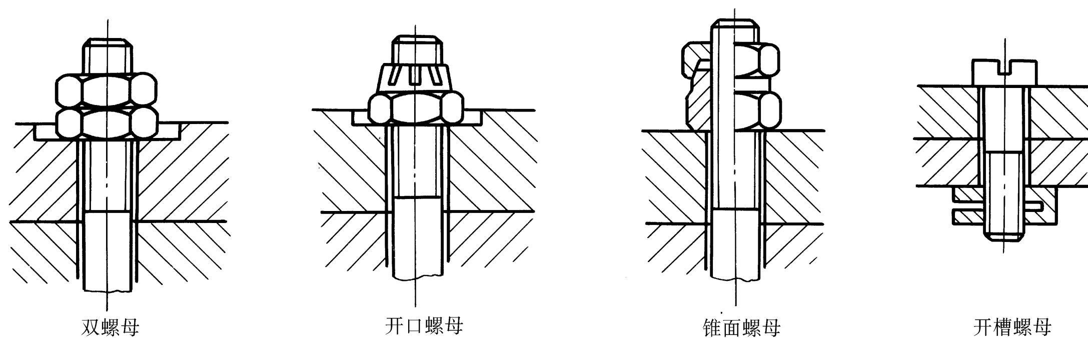


图 8-9

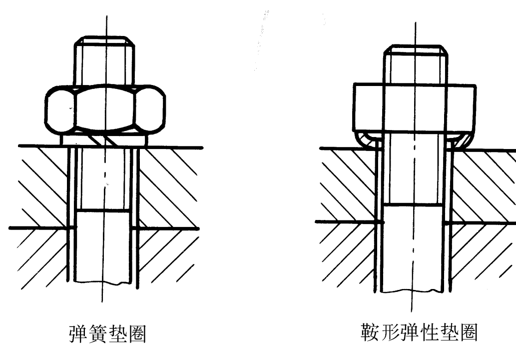


图 8-10

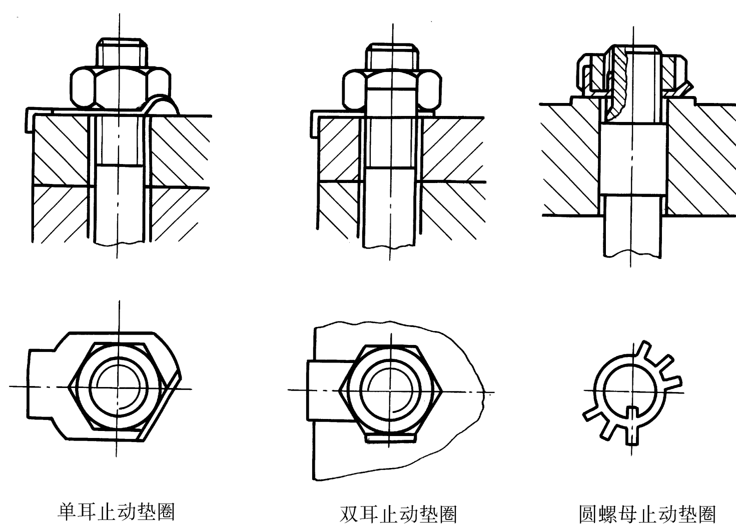


图 8-11

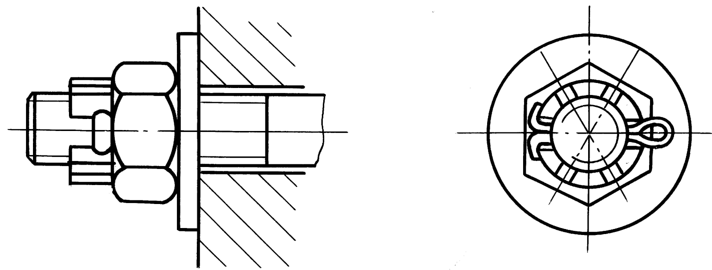
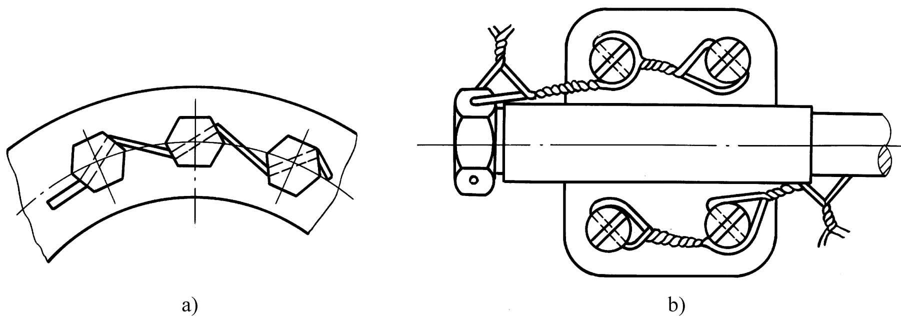
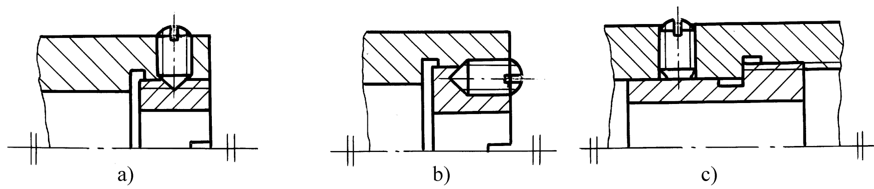


图 8-12



a)　　b)

图 8-13



a)　　b)　　c)

图 8-14

8.8 锁紧结构

图 8-15 所示为顶紧式锁紧结构，轴与壳体是间隙配合。拧紧螺钉后，通过垫将轴锁紧（图示为锁紧状态），此时壳体与螺钉间需留有间隙 a。图 8-16 所示为夹紧式锁紧结构，轴与壳体配合，锁紧时需画出间隙 b。

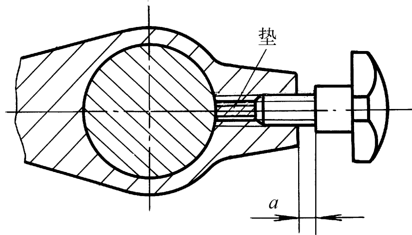


图 8-15

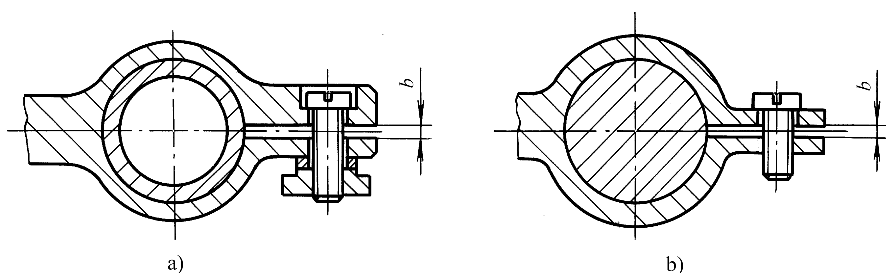


图 8-16

8.9 定位和限位结构

8.9.1 刚性定位结构

图 8-17 所示为刚性定位结构。图中定位件与定位槽两侧面间应为间隙配合。

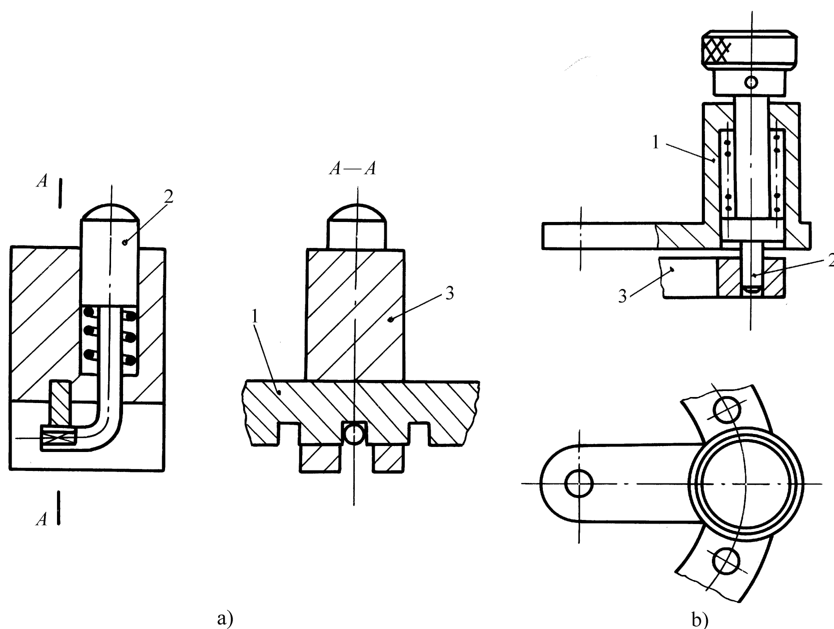


图 8-17

1—运动件 2—定位件 3—不动件

8.9.2 弹性定位结构

图 8-18 所示为弹性定位结构。图示为定位状态，定位件的凸起应与不动件的凹坑接触。图 8-18a 中钢球球心应高出不动件表面。

8.9.3 垫圈限动结构

图 8-19 所示为垫圈限动结构。拨环 1 用销固结在轴上，止动环 3 用螺钉固定在壳体上。限动垫圈 2 与轴是间隙配合，拨环、止动环以及限动垫圈端面也是间隙配合。限动齿示意画出。

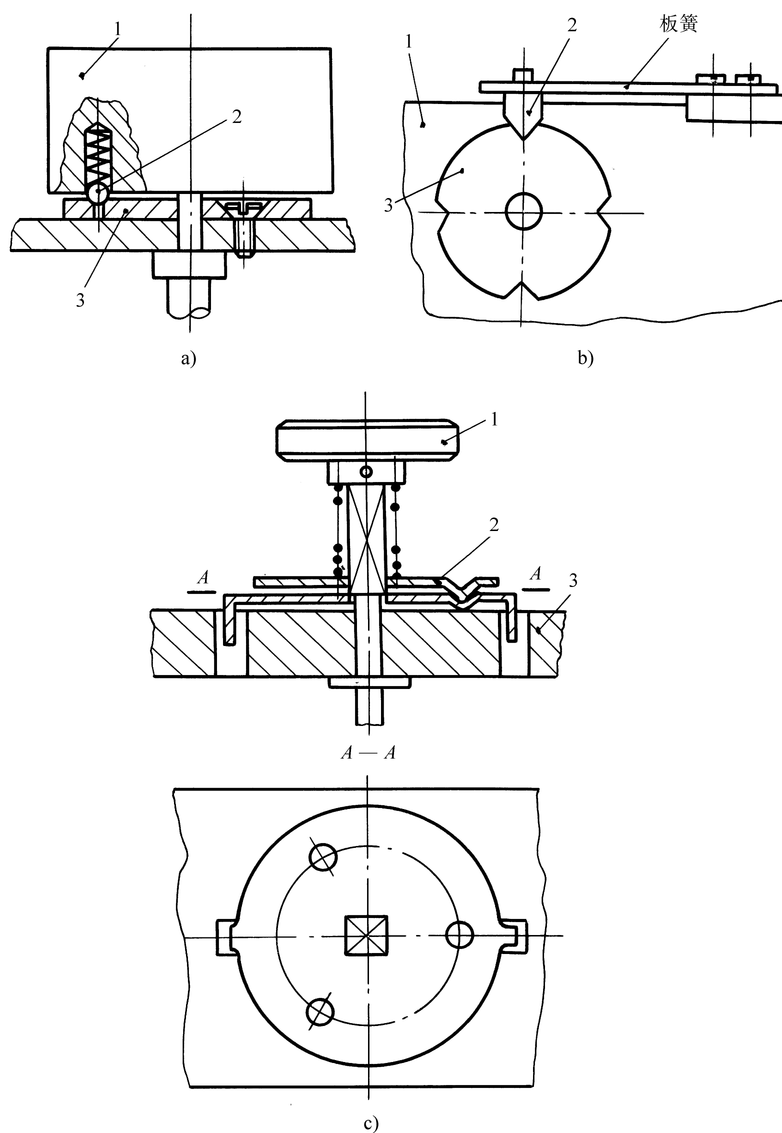


图 8-18
1—运动件 2—定位件 3—不动件

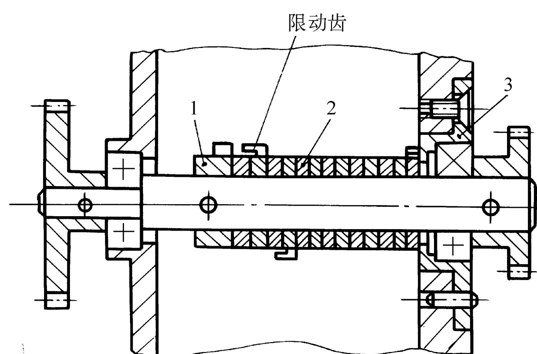


图 8-19
1—拨环 2—限动垫圈 3—止动环

8.9.4　限位槽结构

图 8-20 所示为目镜视度调节结构。由目镜座 1 上的凸缘 2 和转螺 3 上的凹槽限制转螺轴向移动范围。凸缘 2 与凹槽间应画出缝隙。尺寸 L 应小于尺寸 M。

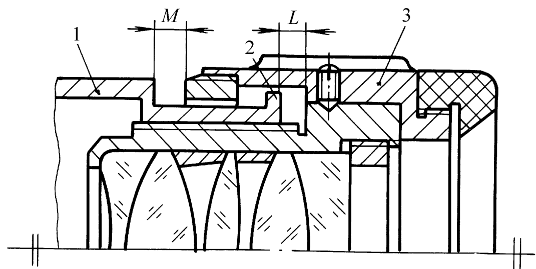


图　8-20

1—目镜座　2—凸缘　3—转螺

8.10　轴上零件的连接和固定

轴上零件连接和固定的类别、图例及画法见表 8-6。

表 8-6　轴上零件的连接和固定

类别	图　　例	画　　法
紧定螺钉	a)　b)	螺钉直径一般取(0.15～0.25)d 用平端紧定螺钉时,轴上应加工出平台(图 a) 用锥端紧定螺钉时,轴上应制有承钉孔(图 b)
销		销直径一般取$\left(\frac{1}{4}\sim\frac{1}{6}\right)d$

（续）

类别	图　　例	画　　法
键和螺母	a) 螺母　b) 键	键和轴上键槽一般取局部剖视。键和槽间三面接触。键顶面和孔的键槽间应画出缝隙 轴和孔是间隙配合，螺纹大径应小于轴的直径 被连接件与螺母端面应靠紧，螺母端面与轴肩应有间隙
挡圈	a) 轴端挡圈　b) 锁紧挡圈　c) 弹性挡圈	轴向端面必须靠紧
开口销		一般将开口销示意画出
锥形轴头		必须留有间隙 A

（续）

类别	图　　例	画　　法
非圆形截面	a) b)	图 a 所示轴 1 和件 2 是用方孔连接。为便于拆卸，方孔与轴间留有间隙，一般取 $b\approx0.75d$。断面 *A*—*A* 可不画出 图 b 所示连接孔是三角形，必须画出断面 *B*—*B*
弹性环		弹性环是以锥面配合的钢环，通常取 $\alpha=12.5°\sim17°$ 为保证锥面靠紧，必须留有间隙 *A*

第 9 章　螺纹及螺纹紧固件

本章内容根据 GB/T 4459. 1—1995（附表除外）编写。

9. 1　螺纹的规定画法

国家标准（GB/T 4459. 1—1995）规定了在机械图样中表示螺纹的画法。

（1）内、外螺纹的牙顶用粗实线表示；牙底用细实线表示，倒角或倒圆部分均应画出。

在投影为圆的视图中，表示牙底的细实线圆只画约 3/4 圈，而表示轴或孔上倒角的圆则省略不画。

螺纹的终止线用粗实线表示。

外螺纹的规定画法如图 9-1 所示。

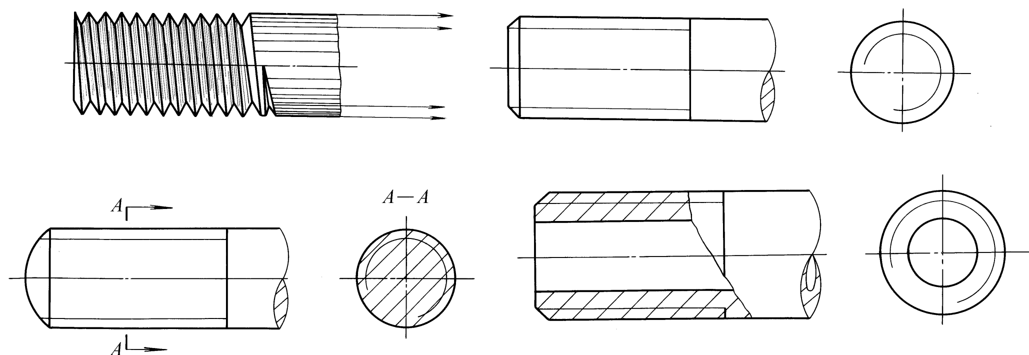


图　9-1

内螺纹的规定画法如图 9-2 所示。

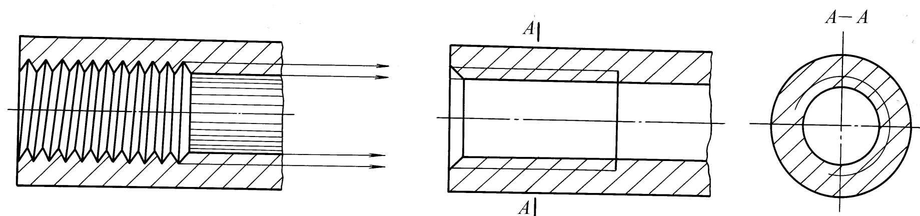


图　9-2

（2）当需要表示螺纹收尾时，螺尾部分的牙底用与轴线成 30°的细实线绘制，如图 9-3 所示。

（3）不可见螺纹的所有图线用虚线绘制，如图 9-4 所示。

（4）锥螺纹及锥管螺纹的画法如图 9-5 所示，左视图按左侧大端螺纹画出，右视图按右侧小端螺纹画出。

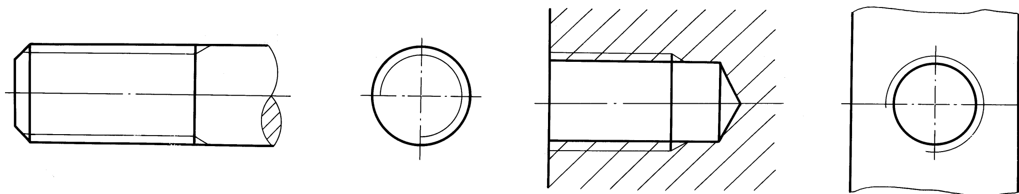


图 9-3

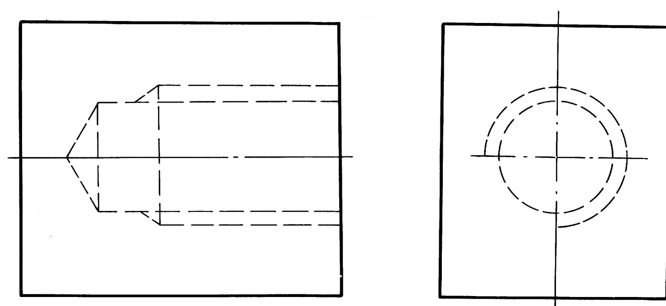


图 9-4

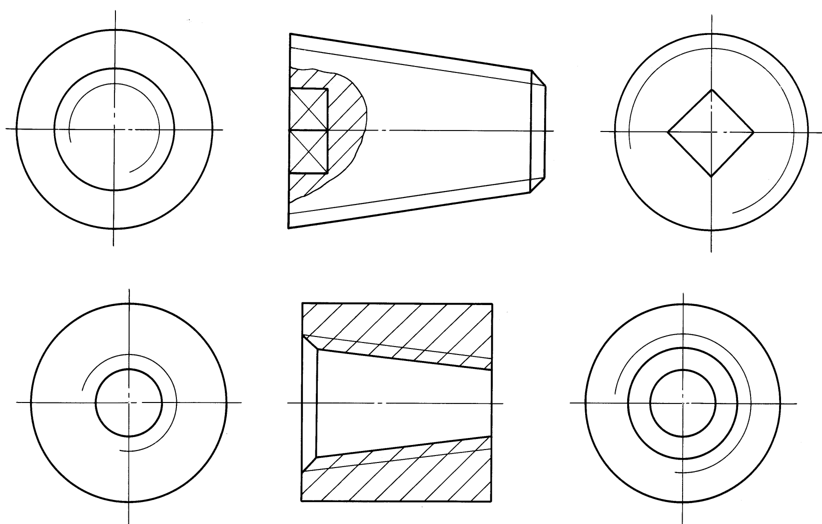


图 9-5

（5）梯形、锯齿形等传动螺纹的画法，是用局部剖视或局部放大图表示出几个牙型，如图 9-6 所示。

（6）对于不穿通螺孔，绘制时一般应将钻孔深度与螺纹深度分别画出，并注意孔底按钻头的锥角面为 120°，如图 9-7 所示。

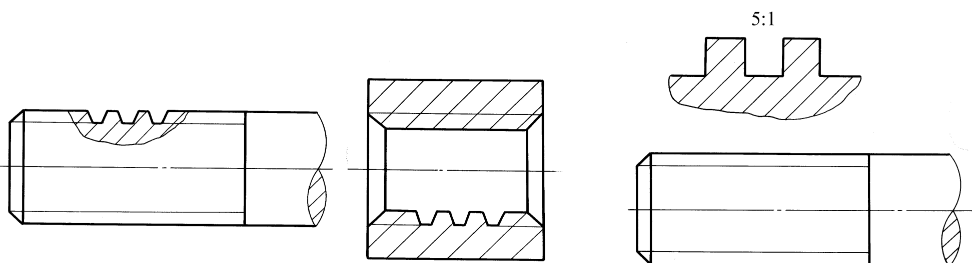


图 9-6

（7）用剖视图表示螺纹孔相贯时，在钻孔处仍应画出相贯线，如图 9-8 所示。

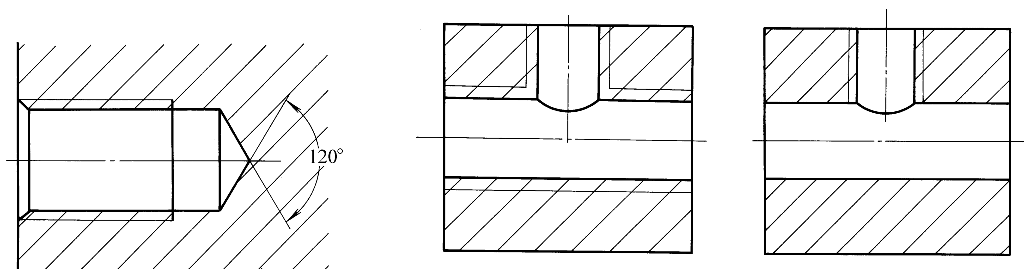


图 9-7　　图 9-8

（8）表示部分螺纹时，在投影为圆的视图中，螺纹的牙底线也应适当空出一段距离，如图 9-9 所示。

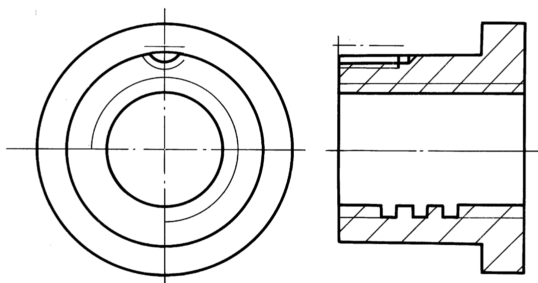


图 9-9

（9）用剖视图表示内外螺纹连接时，旋合部分按外螺纹的画法绘制，其余部分仍按各自的画法表示，如图 9-10a、b 所示。若为传动螺纹，在啮合处常采用局部剖视表示几个牙型，如图 9-10c 所示。

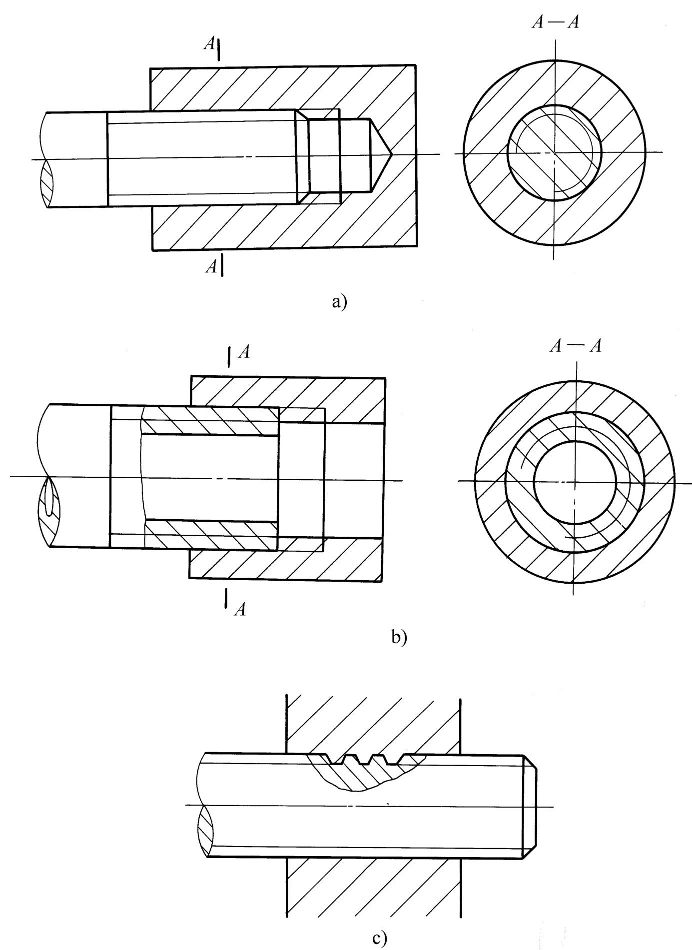


图 9-10

9.2 螺纹的规定标注

螺纹的规定标注分标准螺纹和非标准螺纹两种。

标准螺纹有规定代号，列于表 9-1 中。

表 9-1 标准螺纹的规定代号

螺 纹 类 别	规 定 代 号	标 准 代 号
普通螺纹	M	GB/T 197—2003
小螺纹	S	GB/T 15054—1994
梯形螺纹	Tr	GB/T 5796—2005

（续）

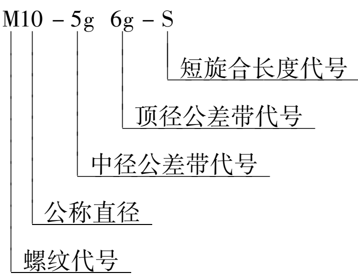
螺 纹 类 别		规 定 代 号	标 准 代 号
锯齿形螺纹		B	GB/T 13576—1992
米制密封螺纹		ZM	GB/T 1415—2008
60°密封管螺纹		NPT	GB/T 12716—2002
55°非密封管螺纹		G	GB/T 7307—2001
55°密封管螺纹	圆锥外螺纹 圆锥内螺纹 圆柱内螺纹	R_1 或 R_2 Rc Rp	GB/T 7306—2000
自攻螺钉用螺纹		ST	GB/T 5280—2002
自攻锁紧螺钉用螺纹(粗牙普通螺纹)		M	GB/T 6559—1986

9.2.1 标准螺纹的规定标记及其标注

1. 普通螺纹的规定标注

普通螺纹的完整标记由螺纹代号、公称直径、螺纹公差带代号、螺纹旋合长度代号和旋向代号组成。螺纹公差带代号包括中径公差带代号和顶径公差带代号。螺纹的标注方法是将规定标记注写在尺寸线或尺寸线的延长线上，尺寸线的箭头指向螺纹大径（图 9-11）。

标记示例：　　　　标注示例：



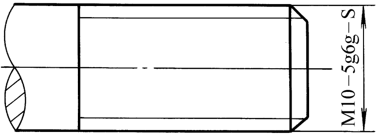
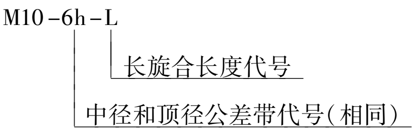


图 9-11

当螺纹的中径公差带代号与顶径公差带代号相同时，可只注一个代号（图 9-12）。

标记示例：　　　　标注示例：



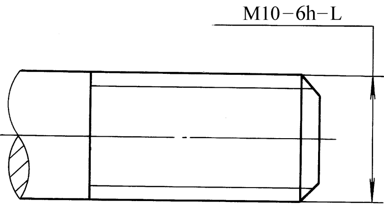


图 9-12

在一般情况下，不标注螺纹的旋合长度代号，螺纹的公差带按中等旋合长度确定（图 9-13）。

标记示例：

M10-6g

标注示例：

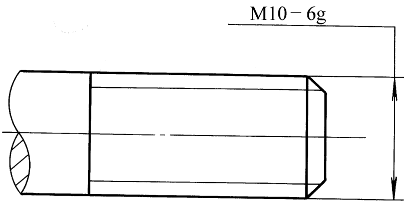


图 9-13

若为细牙螺纹，应在螺纹公称直径数值之后加注螺距数值（图 9-14）。

标记示例：

M10 ×1. 25-6h

标注示例：

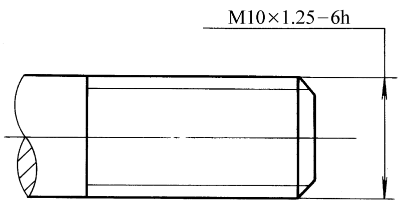


图 9-14

当螺纹为右旋时，不标注其旋向；但当螺纹为左旋时，应加注“LH”（图 9-15）。

标记示例：

M10-7h-LH

标注示例：

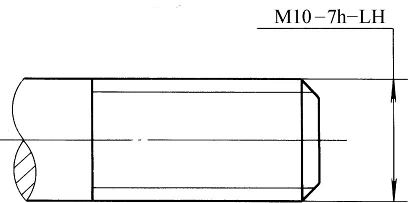


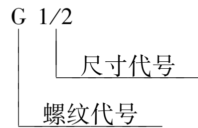
图 9-15

2. 管螺纹的规定标注

管螺纹的规定标记含螺纹代号及公称直径两项，有时需加公差等级代号。其标注方法是用一条斜向细实线，一端指向螺纹大径，另一端引一横向细实线，将螺纹标记注写在横线上侧。

55°非密封的圆柱内管螺纹（图 9-16）。

标记示例：



标注示例：

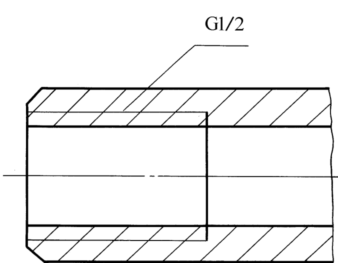


图 9-16

55°非密封的圆柱外管螺纹（图 9-17）。

标记示例：

G1 $^{1}/_{2}$ A

公差等级

标注示例：

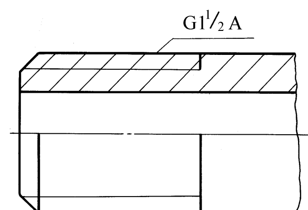


图 9-17

55°密封的圆柱内管螺纹（图 9-18）。

标记示例：

Rp 1$^{1}/_{2}$

标注示例：

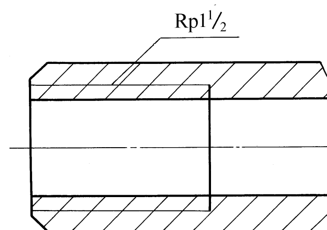


图 9-18

55°密封的圆锥内管螺纹（图 9-19）。

标记示例：

Rc 1$^{1}/_{2}$

标注示例：

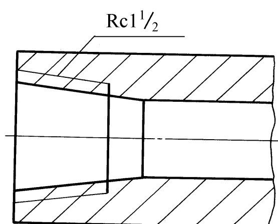


图 9-19

55°密封的与圆柱内螺纹相配合的圆锥外管螺纹（图 9-20）。

标记示例：

$R_{1}$$^{1}/_{2}$

标注示例：

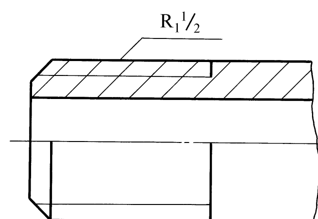


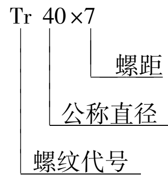
图 9-20

3. 梯形螺纹的规定标注

梯形螺纹的标记含有螺纹代号、公称直径和螺距；若为多线螺纹，需注明导程；左、右旋的标记规则如同普通螺纹。梯形螺纹的标注方法也如同普通螺纹。

单线梯形螺纹（图 9-21）。

标记示例：



标注示例：

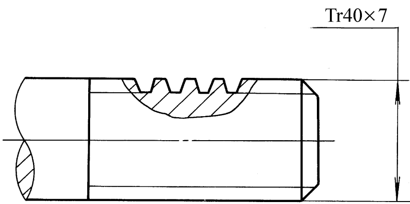
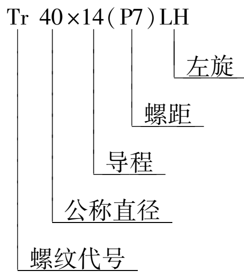


图 9-21

双线梯形螺纹（图 9-22）。

标记示例：



标注示例：

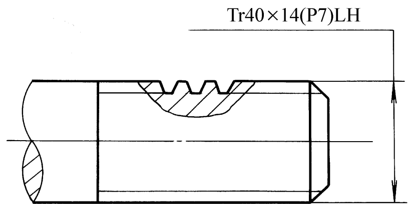


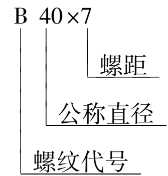
图 9-22

4. 锯齿形螺纹的规定标注

锯齿形螺纹的规定标记及在图上的标注方法如同梯形螺纹。

单线锯齿形螺纹（图 9-23）。

标记示例：



标注示例：

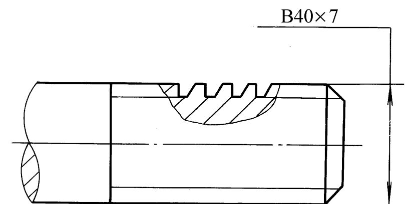
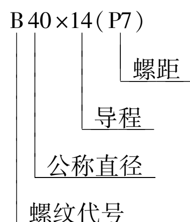


图 9-23

双线锯齿形螺纹（图 9-24）。

标记示例：



标注示例：

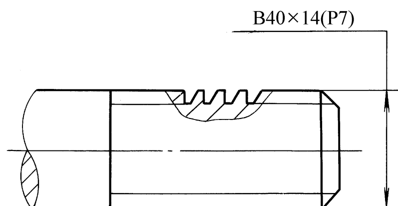


图 9-24

5. 米制锥螺纹的规定标注

一般应注在引出线上。引出线由大径引出或由对称中心线引出；也可以直接标注在基面处的尺寸线上（图 9-25）。

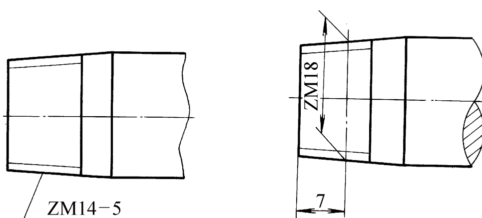


图 9-25

9.2.2 非标准螺纹的规定标注

（1）牙型、直径和螺距均符合标准，但极限偏差不符合标准的螺纹，除应注明螺纹代号外，还应注出极限尺寸（图 9-26）：

$$M320\times6-d_2\frac{316.583}{316.103}d\frac{319.92}{318.97}$$

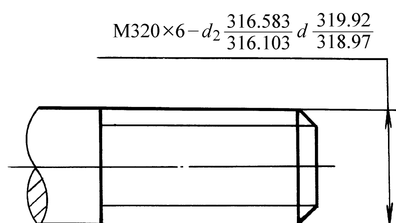


图 9-26

（2）牙型符合标准，直径或螺距不符合标准的螺纹，应在螺纹代号之前加注“特”字，必要时也可注出极限尺寸（图 9-27）：

$$特\ Tr50\times5-d_2\frac{47.445}{46.935}$$

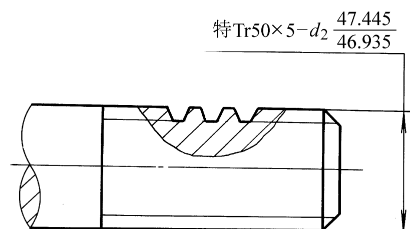


图 9-27

（3）绘制非标准牙型螺纹时，应画出螺纹的牙型，并注出所需要的尺寸和有关要求（图 9-28）：

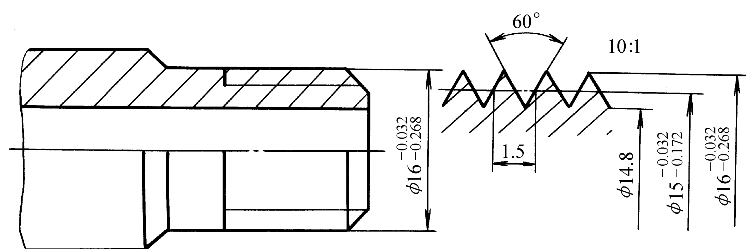


图　9-28

9.2.3　螺纹长度的规定标注

（1）图样中所标注的螺纹长度，均为不包括螺尾在内的完整螺纹长度，其标注方法如图 9-29 所示。

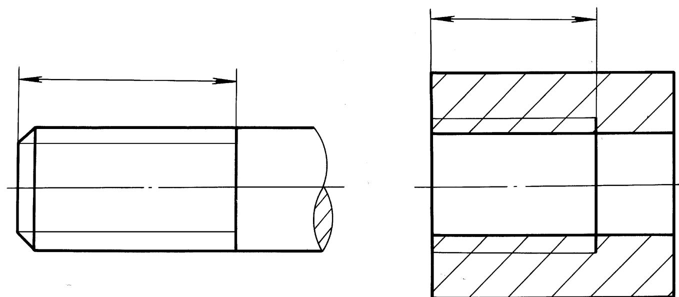


图　9-29

（2）当需要标出螺尾长度时，其标注方法如图 9-30 所示。

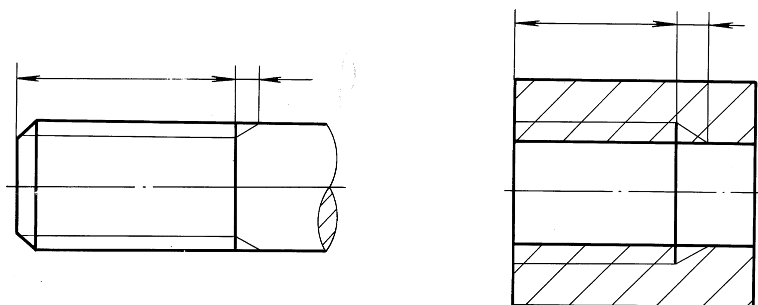


图　9-30

9.3　螺纹紧固件及其联接的比例画法

常用螺纹紧固件如螺栓、双头螺柱、螺钉、螺母、垫圈等都已标准化。在装配图中，为

了作图方便，常将螺纹紧固件各部分尺寸，取其与螺纹大径（d）成一定的比例画出。

9.3.1 六角头螺栓及其联接的比例画法

六角头螺栓的装配结构，常由螺母、垫圈及螺栓等组成，其比例画法如下：

（1）六角螺母的比例画法如图 9-31 所示。

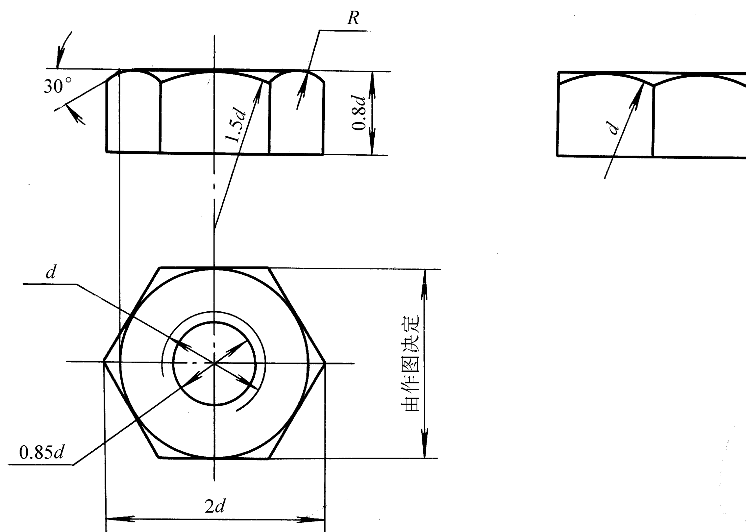


图 9-31

（2）六角头螺栓的比例画法如图 9-32 所示。

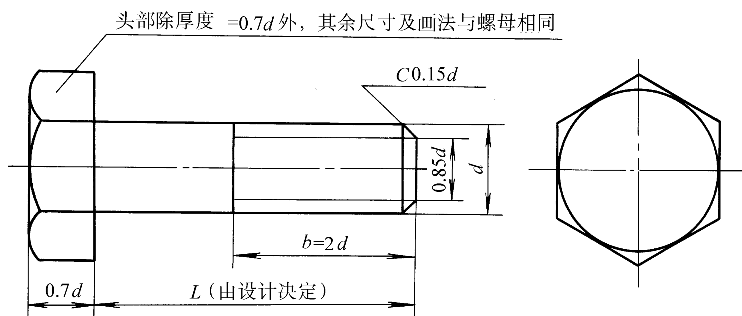


图 9-32

（3）垫圈的比例画法如图 9-33 所示。

（4）六角头螺栓装配图的比例画法如图 9-34 所示。

9.3.2 双头螺柱及其联接的比例画法

（1）双头螺柱的比例画法如图 9-35 所示。

（2）双头螺柱装配图的比例画法如图 9-36 所示。

9.3.3 常用金属螺钉及其联接的比例画法

（1）常用金属螺钉的比例画法如图 9-37 所示。

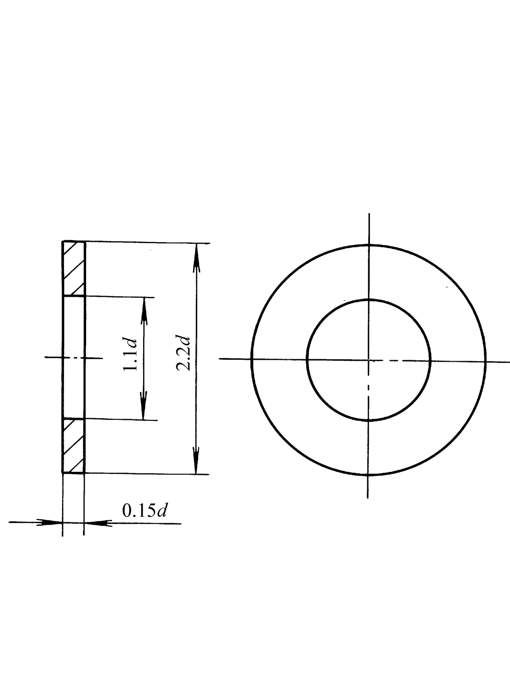


图 9-33

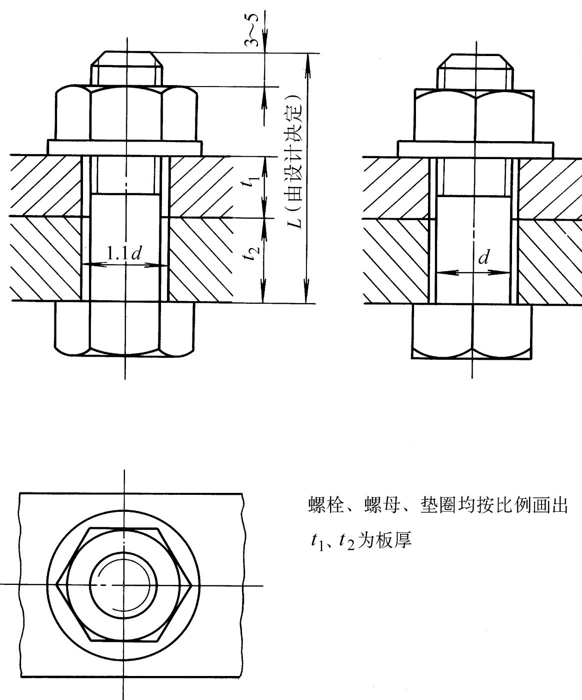


图 9-34

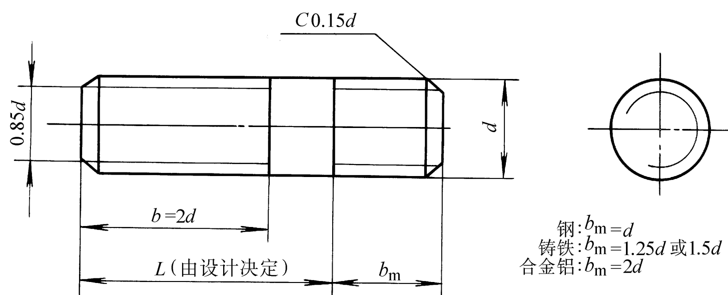


图 9-35

（2）常用金属螺钉装配图的比例画法如图 9-38 所示。

9.3.4 常用木螺钉及其联接的比例画法

（1）常用木螺钉的比例画法如图 9-39 所示。

（2）常用木螺钉装配图的比例画法如图 9-40 所示。

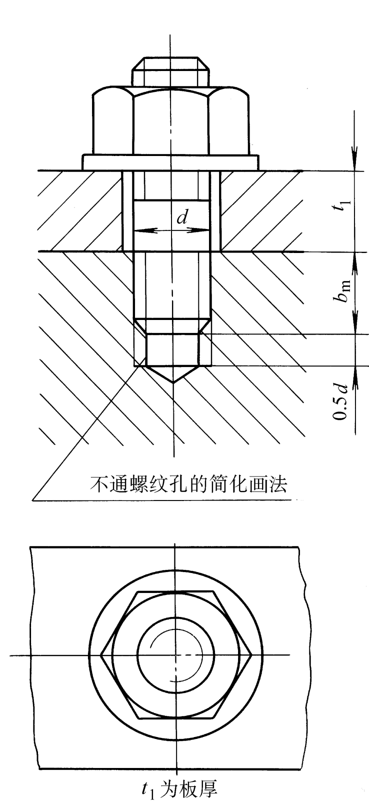


图 9-36

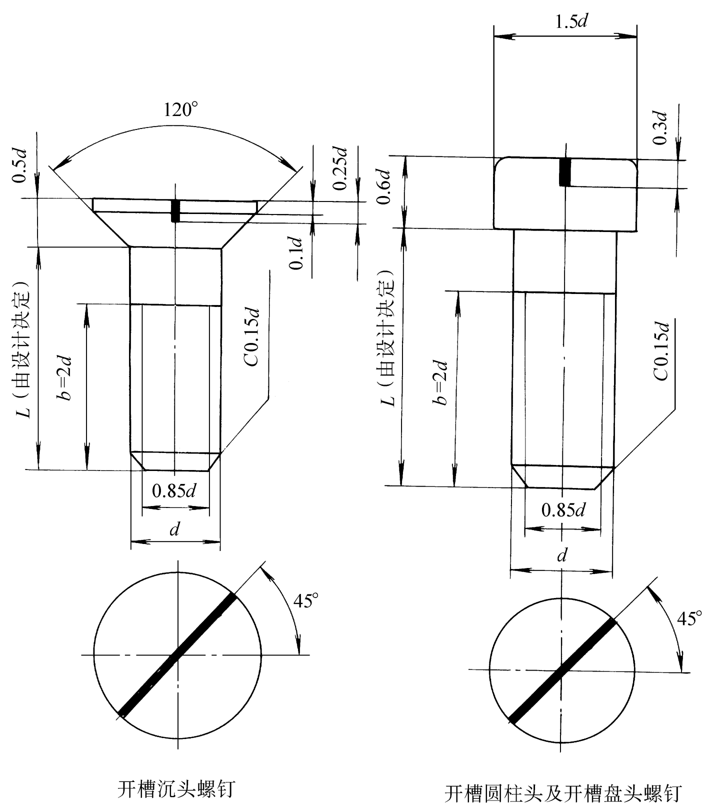


图 9-37

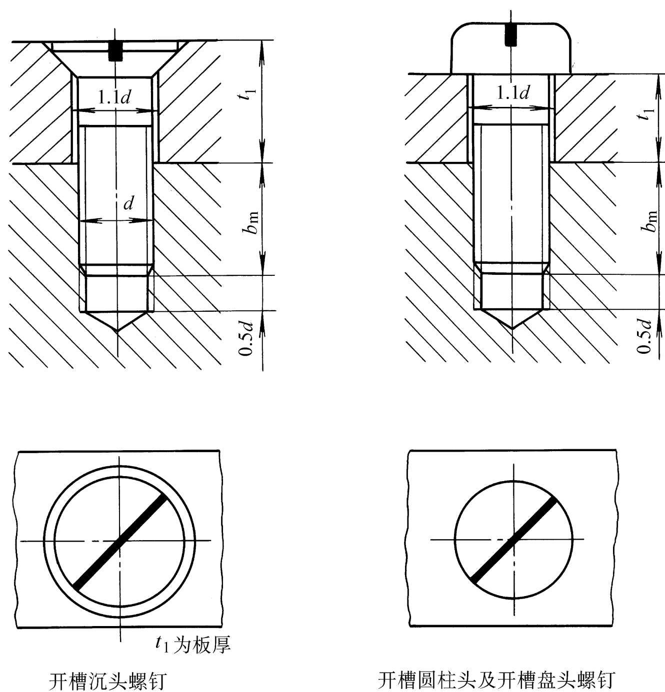


图 9-38

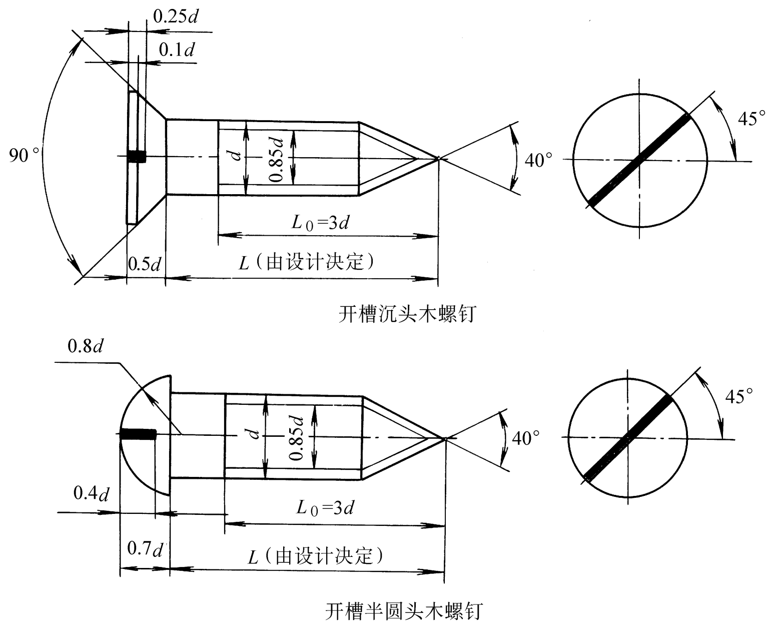


图 9-39

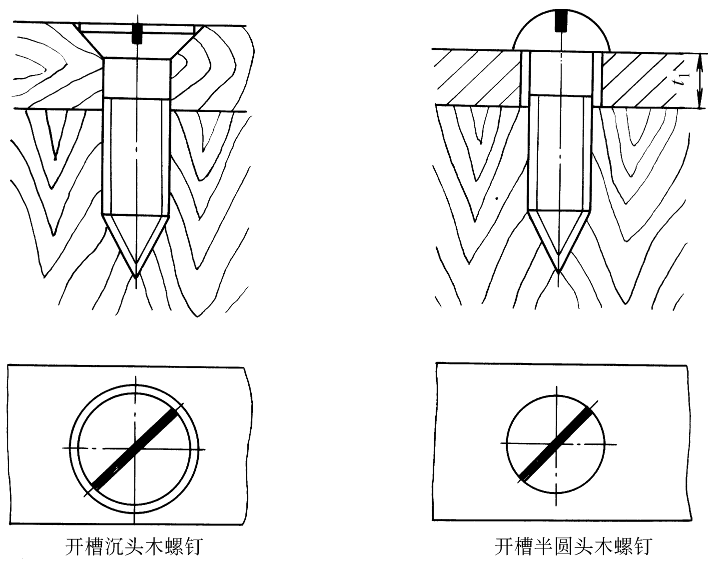


图 9-40

9.4 螺纹紧固件联接的简化画法

（1）螺纹紧固件的简化画法见表 9-2。

表 9-2　螺纹紧固件的简化画法

形　式	简　化　画　法	形　式	简　化　画　法
六角头螺栓		六角螺母	
方头螺栓		方头螺母	
圆柱头内六角螺　钉		六角开槽螺母	
无头内六角螺钉		六角法兰面螺母	
无头开槽螺钉		翼形螺母	
沉头开槽螺钉		沉头十字槽螺钉	
半沉头开槽螺钉		半沉头十字槽螺钉	
圆柱头开槽螺钉		盘头十字槽螺钉	
盘头开槽螺钉		六角法兰面螺栓	
沉头开槽自攻螺钉		圆头十字槽木螺钉	

（2）螺纹紧固件装配图的简化画法见表9-3。

表 9-3　螺纹紧固件装配图的简化画法

名称	简　化　画　法	名称	简　化　画　法	名称	简　化　画　法
六角头螺栓		双头螺柱		十字槽球面螺钉	
开槽圆柱头螺钉		内六角螺钉		开槽半圆头木螺钉	
活节螺栓		开槽沉头螺钉			

9.5 常用螺纹紧固件的简化规定标记

由于常用螺纹紧固件已标准化，当采用这些标准件时，其简化规定标记见表 9-4。

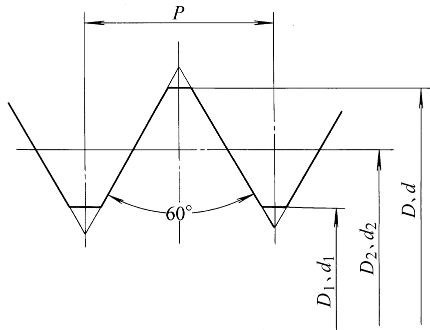
表 9-4 常用螺纹紧固件的简化规定标记

名　　称	规定标记示例	名　　称	规定标记示例
六角头螺栓	螺栓 GB/T 5780—2000 M12 ×50	开槽长圆柱端紧定螺钉	螺钉 GB/T 75—1985 M8 ×40—14H
双头螺栓 A 型	螺柱 GB/T 897—1988 AM12 ×50	六角螺母—C 级	螺母 GB/T 41—2000 M16
开槽圆柱头螺钉	螺钉 GB/T 65—2000 M10 ×45	1 型六角开槽螺母	螺母 GB/T 6178—1986 M16
开槽盘头螺钉	螺钉 GB/T 67—2008 M10 ×45	十字槽沉头螺钉	螺钉 GB/T 819.1—2000 M10 ×50
开槽沉头螺钉	螺钉 GB/T 68—2000 M10 ×50	内六角圆柱头螺钉	螺钉 GB/T 70.1—2008 M10 ×45
开槽半圆头木螺钉	木螺钉 GB/T 99—1986　6 ×20	垫　　圈	垫圈 GB/T 97.1—2002 16
开槽锥端紧定螺钉	螺钉 GB/T 71—1985 M8 ×40—14H 注：14H 为性能等级	标准型弹簧垫圈	垫圈 GB/T 93—1987 16

附　　表

附表 9-1　普通螺纹(摘自 GB/T 193—2003,GB/T 196—2003)　　　(单位:mm)

标记示例见 9.2.1 节



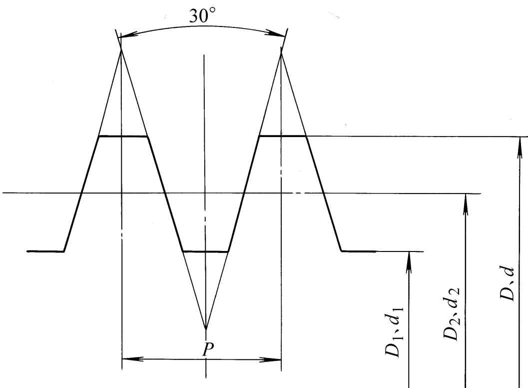
公称直径 D、d		螺距 P		粗牙小径 D_1、d_1	公称直径 D、d		螺距 P		粗牙小径 D_1、d_1
第一系列	第二系列	粗牙	细牙		第一系列	第二系列	粗牙	细牙	
3		0.5	0.35	2.459		22	2.5	2、1.5、1	19.294
	3.5	0.6		2.850	24		3	2、1.5、1	20.752
4		0.7	0.5	3.242		27	3	3、2、1.5、1	23.752
				3.688					
	4.5	0.75		4.134	30		3.5	(3)、2、1.5、1	26.211
5		0.8							
6		1	0.75	4.917		33	3.5	(3)、2、1.5	29.211
8		1.25	1、0.75	6.647	36		4	3、2、1.5	31.670
10		1.5	1.25、1、0.75	8.376		39	4		34.670
12		1.75	1.5、1.25、1	10.106	42		4.5	4、3、2、1.5	37.129
	14	2	1.5、1.25①、1	11.835		45	4.5		40.129
16		2	1.5、1	13.835	48		5		42.588
	18	2.5	2、1.5、1	15.294		52			46.587
20		2.5		17.294	56		5.5	4、3、2、1.5	50.046

注:1. 优先选用第一系列,括号内尺寸尽可能不用。
　　2. 第三系列未列入。

① 仅用于发动机的火花塞。

附表 9-2　梯形螺纹(摘自 GB/T 5796.1—2005、GB/T 5796.2—2005《螺距》)

(单位:mm)



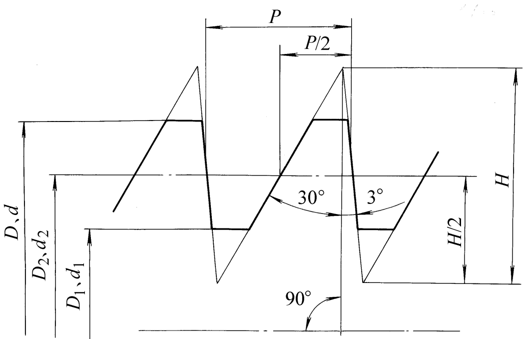
标记示例见 9.2.1 节

公称直径 d		螺距 P														
第一系列	第二系列	20	18	16	14	12	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1.5
8																1.5
	9														2	1.5
10															2	1.5
	11													3	2	
12														3	2	
	14													3	2	
16													4		2	
	18												4		2	
20													4		2	
	22								8			5		3		
24									8			5		3		
	26								8			5		3		
28									8			5		3		
	30						10				6			3		
32							10				6			3		
	34						10				6			3		
36							10				6			3		
	38						10			7				3		
40							10			7				3		
	42						10			7				3		
44						12				7				3		
	46					12			8					3		
48						12			8					3		
	50					12			8					3		
52						12			8					3		
	55				14			9						3		
60					14			9						3		
	65			16			10						4			
70				16			10						4			

注:1. 优先选用第一系列,其次选用第二系列,第三系列未列入。
2. 螺距优先选用粗线框内的。
3. d 为外螺纹大径(公称直径)。

附表 9-3　锯齿形(3°、30°)螺纹(摘自 GB/T 13576.1—2008、GB/T 13576.2—2008)

(单位:mm)

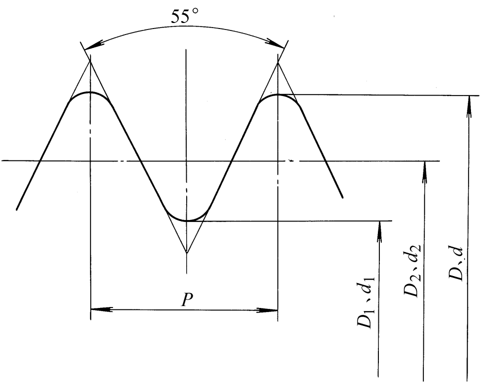


标记示例见 9.2.1 节

公称直径 d、D		螺距 P																				
第一系列	第二系列	44	40	36	32	28	24	22	20	18	16	14	12	10	9	8	7	6	5	4	3	2
10																						2
12																					3	2
	14																				3	2
16																				4		2
	18																			4		2
20																				4		2
	22															8			5		3	
24																8			5		3	
	26															8			5		3	
28																8			5		3	
	30													10				6			3	
32														10				6			3	
	34													10				6			3	
36														10				6			3	
	38													10			7				3	
40														10			7				3	
	42													10			7				3	
44													12				7				3	
	46												12			8					3	
48													12			8					3	
	50												12			8					3	
52													12			8					3	
	55											14			9						3	
60												14			9						3	
	65										16			10						4		
70											16			10						4		
	75										16			10						4		

注:同附表 9-2。

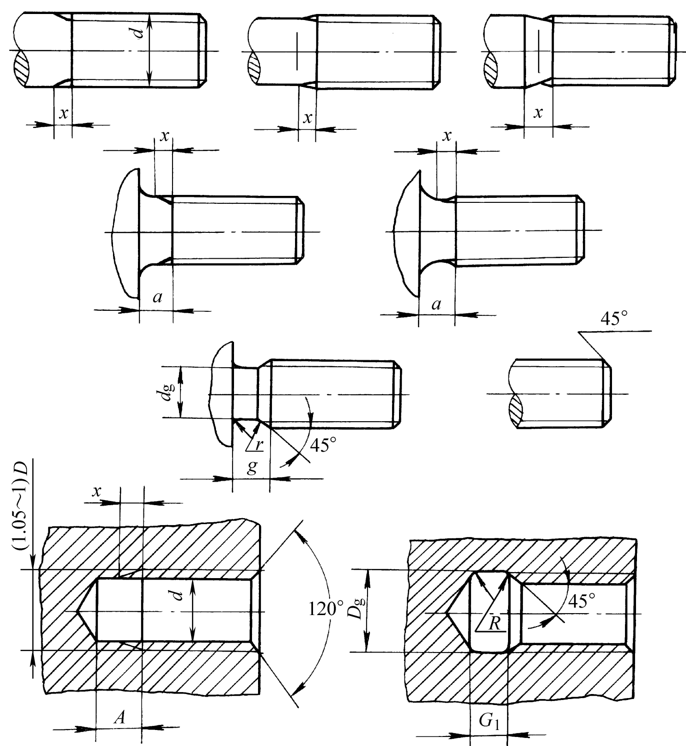
附表 9-4　55°非密封管螺纹(摘自 GB/T 7307—2001)　　(单位:mm)



标记示例见 9.2.1 节

螺纹名称	每英寸牙数 n	螺距 P	螺纹直径	
			大径 D、d	小径 D_1、d_1
1/8	28	0.907	9.728	8.566
1/4	19	1.337	13.157	11.445
3/8	19	1.337	16.662	14.950
1/2	14	1.814	20.955	18.631
5/8	14	1.814	22.911	20.587
3/4	14	1.814	26.441	24.117
7/8	14	1.814	30.201	27.877
1	11	2.309	33.249	30.291
$1^1/_8$	11	2.309	37.897	34.939
$1^1/_4$	11	2.309	41.910	38.932
$1^1/_2$	11	2.309	47.803	44.845
$1^3/_4$	11	2.309	53.746	50.788
2	11	2.309	59.614	56.656
$2^1/_4$	11	2.309	65.710	62.752
$2^1/_2$	11	2.309	75.184	72.226
$2^3/_4$	11	2.309	81.534	78.576
3	11	2.309	87.884	84.926

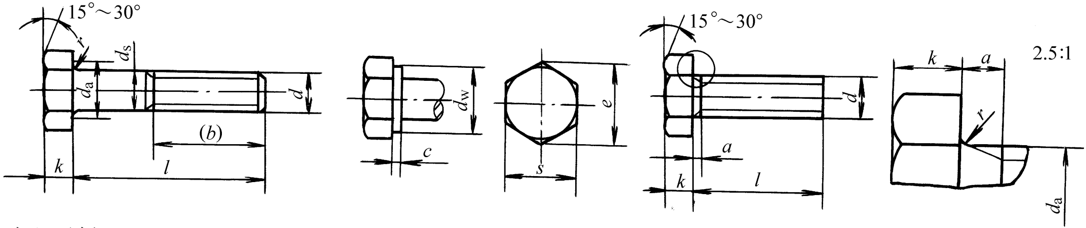
附表 9-5　螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角（GB/T 3—1997）



螺距	外螺纹									内螺纹							
P	收尾 x max		肩距 a max			退刀槽				收尾 x max		肩距 A		退刀槽			
	一般	短的	一般	长的	短的	g_2 max	g_1 min	r ≈	d_g	一般	短的	一般	长的	G_1 一般	G_1 短的	R ≈	D_g
0.2	0.5	0.25	0.6	0.8	0.4	—				0.8	0.4	1.2	1.6				
0.25	0.6	0.3	0.75	1	0.5	0.75	0.4		$d-0.4$	1	0.5	1.5	2				
0.3	0.75	0.4	0.9	1.2	0.6	0.9	0.5		$d-0.4$	1.2	0.6	1.8	2.4				
0.35	0.9	0.45	1.05	1.4	0.7	1.05	0.6		$d-0.6$	1.4	0.7	2.2	2.8				
0.4	1	0.5	1.2	1.6	0.8	1.2	0.6		$d-0.7$	1.6	0.8	2.5	3.2				
0.45	1.1	0.6	1.35	1.8	0.9	1.35	0.7		$d-0.7$	1.8	0.9	2.8	3.6				$D+0.3$
0.5	1.25	0.7	1.5	2	1	1.5	0.8	0.2	$d-0.8$	2	1	3	4	2	1	0.2	
0.6	1.5	0.75	1.8	2.4	1.2	1.8	0.9	0.4	$d-1$	2.4	1.2	3.2	4.8	2.4	1.2	0.3	
0.7	1.75	0.9	2.1	2.8	1.4	2.1	1.1	0.4	$d-1.1$	2.8	1.4	3.5	5.6	2.8	1.4	0.4	
0.75	1.9	1	2.25	3	1.5	2.25	1.2	0.4	$d-1.2$	3	1.5	3.8	6	3	1.5	0.4	
0.8	2	1	2.4	3.2	1.6	2.4	1.3	0.4	$d-1.3$	3.2	1.6	4	6.4	3.2	1.6	0.4	
1	2.5	1.25	3	4	2	3	1.6	0.6	$d-1.6$	4	2	5	8	4	2	0.5	
1.25	3.2	1.6	4	5	2.5	3.75	2	0.6	$d-2$	5	2.5	6	10	5	2.5	0.6	
1.5	3.8	1.9	4.5	6	3	4.5	2.5	0.8	$d-2.3$	6	3	7	12	6	3	0.8	
1.75	4.3	2.2	5.3	7	3.5	5.25	3	1	$d-2.6$	7	3.5	9	14	7	3.5	0.9	
2	5	2.5	6	8	4	6	3.4	1	$d-3$	8	4	10	16	8	4	1	
2.5	6.3	3.2	7.5	10	5	7.5	4.4	1.2	$d-3.6$	10	5	12	18	10	5	1.2	
3	7.5	3.8	9	12	6	9	5.2	1.6	$d-4.4$	12	6	14	22	12	6	1.5	$D+0.5$
3.5	9	4.5	10.5	14	7	10.5	6.2	1.6	$d-5$	14	7	16	24	14	7	1.8	
4	10	5	12	16	8	12	7	2	$d-5.7$	16	8	18	26	16	8	2	
4.5	11	5.5	13.5	18	9	13.5	8	2.5	$d-6.4$	18	9	21	29	18	9	2.2	
5	12.5	6.3	15	20	10	15	9	2.5	$d-7$	20	10	23	32	20	10	2.5	
5.5	14	7	16.5	22	11	17.5	11	3.2	$d-7.7$	22	11	25	35	22	11	2.8	
6	15	7.5	18	24	12	18	11	3.2	$d-8.3$	24	12	28	38	24	12	3	

附表 9-6　六角头螺栓　　（单位：mm）

六角头螺栓 C 级（摘自 GB/T 5780—2000）　　六角头螺栓全螺纹 C 级（摘自 GB/T 5781—2000）



标记示例：

螺纹规格 d = M12，公称长度 l = 80mm，C 级的六角头螺栓

螺栓　GB/T 5780　M12 × 80

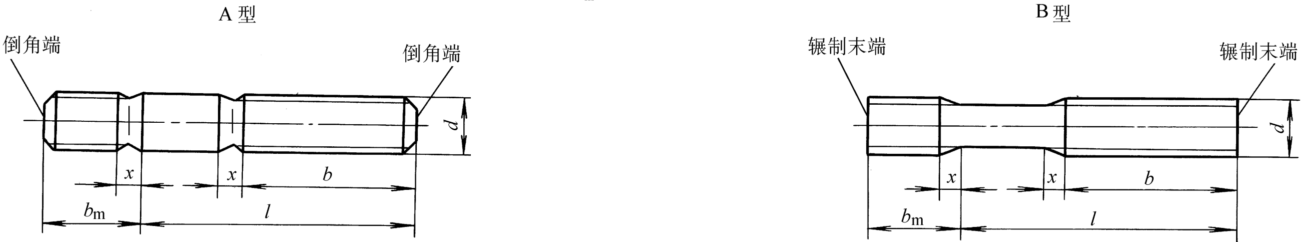
螺纹规格 d		M5	M6	M8	M10	M12	（M14）	M16	（M18）	M20	（M22）	M24	（M27）
b 参考	l≤125	16	18	22	26	30	34	38	42	40	50	54	60
	125 < l ≤200	—	—	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66
	l > 200	—	—	—	—	—	53	57	61	65	69	73	79
c	max	0.5		0.6			0.8						
d_a	max	6	7.2	10.2	12.2	14.7	16.7	18.7	21.2	24.4	26.4	28.4	32.4
d_s	max	5.48	6.48	8.58	10.58	12.7	14.7	16.7	187	20.8	22.84	24.84	27.84
d_w	min	6.74	8.74	11.47	14.47	16.47	19.95	22	24.85	27.7	31.35	33.25	38
a	max	3.2	4	5	6	7	6	8	7.5	10	7.5	12	9
e	min	8.63	10.89	14.2	17.59	19.85	22.78	26.17	29.50	32.95	37.20	39.55	45.2
k	公称	3.5	4	5.3	6.4	7.5	8.8	10	11.5	12.5	14	15	17
r	min	0.2	0.25	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	1	0.8	1
s	max	8	10	13	16	18	21	24	27	30	34	36	41
l 范围	GB/T 5780—2000	25 ~ 50	30 ~ 60	35 ~ 80	40 ~ 100	45 ~ 120	60 ~ 140	55 ~ 160	80 ~ 180	65 ~ 200	90 ~ 220	80 ~ 240	100 ~ 260
	GB/T 5781—2000	10 ~ 50	12 ~ 60	16 ~ 80	20 ~ 100	25 ~ 120	30 ~ 140	35 ~ 160	35 ~ 180	40 ~ 200	15 ~ 220	50 ~ 240	55 ~ 280
螺纹规格 d		M30	（M33）	M36	（M39）	M42	（M45）	M48	（M52）	M56	（M60）	M64	
b 参考	l = 125	66	72	78	84	—	—	—	—	—	—	—	
	125 < l ≤200	72	78	84	90	96	102	108	116	124	132	140	
	l > 200	85	91	97	103	109	115	121	129	137	145	153	
c	max				1								
d_a	max	35.4	38.4	42.4	45.4	48.6	52.6	56.6	62.6	67	71	75	
d_s	max	30.84	34	37	40	43	46	49	53.2	57.2	61.2	65.2	
d_w	min	42.75	46.55	51.11	55.86	59.95	64.7	69.45	74.2	78.66	83.41	88.16	
a	max	14	10.5	16	12	13.5	13.5	15	15	16.5	16.5	18	
e	min	50.85	55.37	60.79	66.44	72.02	76.95	82.6	88.25	93.56	99.21	104.86	
k	公称	18.7	21	22.5	25	26	28	30	33	35	38	40	
r	min	1	1	1	1	1.2	1.2	1.6	1.6	2	2	2	
s	max	46	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	
l 范围	GB/T 5780—2000	90 ~ 300	130 ~ 320	110 ~ 300	150 ~ 400	160 ~ 420	180 ~ 440	180 ~ 480	200 ~ 500	220 ~ 500	240 ~ 500	260 ~ 600	
	GB/T 5781—2000	60 ~ 300	65 ~ 360	70 ~ 360	80 ~ 400	80 ~ 420	90 ~ 440	90 ~ 480	100 ~ 500	110 ~ 500	120 ~ 500	120 ~ 500	
l 系列		10、12、16、20 ~ 50（5 进位）、（55）、60、（65）、70 ~ 160（10 进位）、180、220、240、260、280、300、320、340、360、380、400、420、440、460、480、500											

注：尽可能不采用括号内的规格，C 级为产品等级。

附表 9-7 双 头 螺 柱

（单位：mm）

双头螺柱——$b_m = d$（摘自 GB/T 897—1988）双头螺柱——$b_m = 1.25d$（摘自 GB/T 898—1988）双头螺柱——$b_m = 1.5d$（摘自 GB/T 899—1988）
双头螺柱——$b_m = 2d$（摘自 GB/T 900—1988）

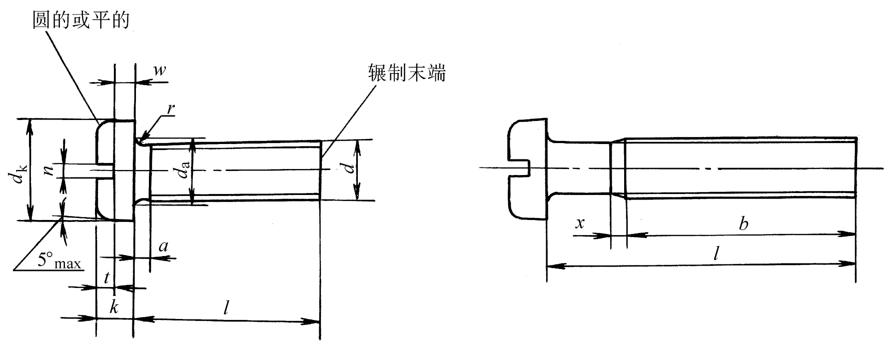


标记示例：
两端均为粗牙普通螺纹，$d = 10$mm，$l = 50$mm，性能等级为 4.8 级，B 型，$b_m = d$
螺柱 GB/T 897 M10×50
旋入一端为粗牙普通螺纹，旋螺母一端为螺距 $P = 1$mm 的细牙普通螺纹，$d = 10$mm，$l = 50$mm，性能等级为 4.8 级，A 型，$b_m = d$
螺柱 GB/T 897 AM10—M10×1×50
旋入一端为过渡配合的第一种配合，旋螺母一端为粗牙普通螺纹，$d = 10$mm，$l = 50$mm，性能等级为 8.8 级，镀锌钝化，B 型，$b_m = d$
螺柱 GB/T 897 GM10—M10×50—8.8—Zn·D

螺纹规格 d		M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48
b_m	GB/T 897	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
	GB/T 898	6	8	10	12	15	20	25	30	38	45	52	60
	GB/T 899	8	10	12	15	18	24	30	36	45	54	65	72
	GB/T 900	10	12	16	20	24	32	40	48	60	72	84	96
d_s		5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
x		1.5P	1.5P	1.5P	1.5P	1.5P	1.5P	1.5P	1.5P	1.5P	1.5P	1.5P	1.5P
$\frac{l}{b}$		$\frac{16\sim22}{10}$、$\frac{25\sim50}{16}$	$\frac{20\sim22}{10}$、$\frac{25\sim30}{14}$、$\frac{32\sim75}{18}$	$\frac{20\sim22}{12}$、$\frac{25\sim30}{16}$、$\frac{32\sim90}{22}$	$\frac{25\sim28}{14}$、$\frac{30\sim38}{16}$、$\frac{40\sim120}{26}$、$\frac{130}{32}$	$\frac{25\sim30}{16}$、$\frac{32\sim40}{20}$、$\frac{45\sim120}{30}$、$\frac{130\sim180}{36}$	$\frac{30\sim38}{20}$、$\frac{40\sim55}{30}$、$\frac{60\sim120}{38}$、$\frac{130\sim200}{44}$	$\frac{35\sim40}{25}$、$\frac{45\sim65}{35}$、$\frac{70\sim120}{46}$、$\frac{130\sim200}{52}$	$\frac{45\sim50}{30}$、$\frac{55\sim75}{45}$、$\frac{80\sim120}{54}$、$\frac{130\sim200}{60}$	$\frac{60\sim65}{40}$、$\frac{70\sim90}{50}$、$\frac{95\sim120}{60}$、$\frac{130\sim200}{72}$、$\frac{210\sim250}{85}$	$\frac{65\sim75}{45}$、$\frac{80\sim110}{60}$、$\frac{120}{78}$、$\frac{130\sim200}{84}$、$\frac{210\sim300}{91}$	$\frac{65\sim80}{50}$、$\frac{85\sim110}{70}$、$\frac{120}{90}$、$\frac{130\sim200}{96}$、$\frac{210\sim300}{109}$	$\frac{80\sim90}{60}$、$\frac{95\sim110}{80}$、$\frac{120}{102}$、$\frac{130\sim200}{108}$、$\frac{210\sim300}{121}$
l（系列）		16、(18)、20、(22)、25、(28)、30、(32)、35、(38)、40、45、50、(55)、60、(65)、70、(75)、80、(85)、90、(95)、100、110、120、130、140、150、160、170、180、190、200、210、220、230、240、250、260、280、300											

注：1. 括号内的规格尽可能不采用。
2. P 为螺距。
3. $d_s \approx$ 螺纹中径。

附表 9-8　开槽圆柱头螺钉(摘自 GB/T 65—2000)　　(单位:mm)

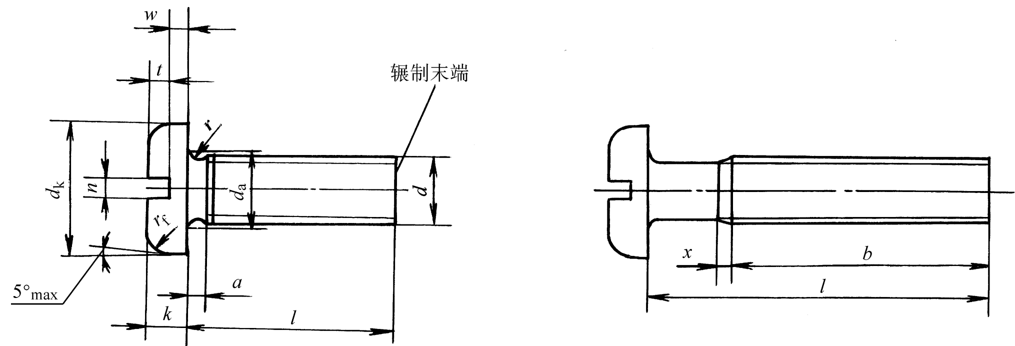


标记示例:
螺纹规格 d = M5,公称长度 l = 20mm
螺钉　GB/T 65　M5 ×20

螺纹规格 d	M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
P(螺距)	0.35	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5
a_{max}	0.7	0.8	0.9	1	1.4	1.6	2	2.5	3
b_{min}	25	25	25	25	38	38	38	38	38
d_{amax}	2	2.6	3.1	3.6	4.7	5.7	6.8	9.2	11.2
d_{kmax}	3	3.8	4.5	5.5	7	8.5	10	13	16
k_{max}	1.10	1.40	1.80	2.00	2.60	3.30	3.9	5.0	6.0
$n_{公称}$	0.4	0.5	0.6	0.8	1.2	1.2	1.6	2	2.5
r_{min}	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4
t_{min}	0.35	0.5	0.6	0.7	1	1.2	1.4	1.9	2.4
w_{min}	0.3	0.4	0.5	0.7	1	1.2	1.4	1.9	2.4
x_{max}	0.9	1	1.1	1.25	1.75	2	2.5	3.2	3.8
公称长度 l	2 ~ 16	3 ~ 20	3 ~ 25	4 ~ 30	5 ~ 40	6 ~ 50	8 ~ 60	10 ~ 80	12 ~ 80
l(系列)	2、3、4、5、6、8、10、12、(14)、16、20、25、30、35、40、45、50、(55)、60、(65)、70、(75)、80								

注:1. 括号内规格尽可能不采用。
2. M1.6 ~ M3 的螺钉,公称长度在 30mm 以内的制出全螺纹;M4 ~ M10 的螺钉,公称长度在 40mm 以内的制出全螺纹。

附表 9-9　开槽盘头螺钉(摘自 GB/T 67—2008)　　(单位:mm)

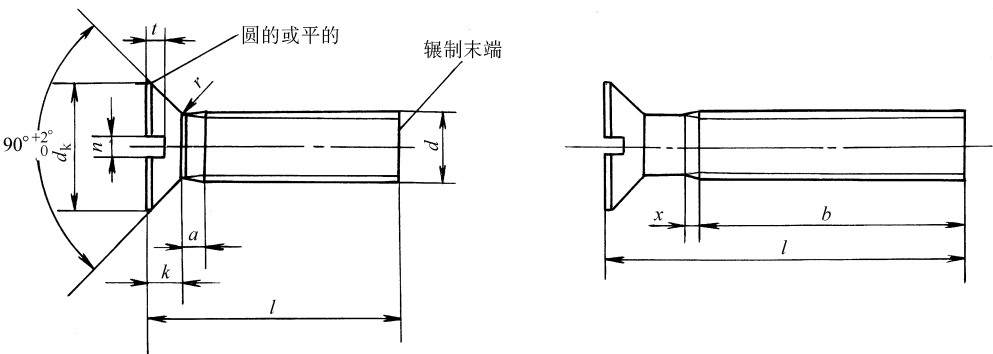


标记示例:
螺纹规格 d = M5,公称长度 l = 20mm
螺钉　GB/T 67　M5 ×20

螺纹规格 d	M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
P(螺距)	0.35	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5
a_{max}	0.7	0.8	0.9	1	1.4	1.6	2	2.5	3
b_{min}	25	25	25	25	38	38	38	38	38
d_{amax}	2	2.6	3.1	3.6	4.7	5.7	6.8	9.2	11.2
d_{kmax}	3.2	4	5	5.6	8	9.5	12	16	20
k_{max}	1	1.3	1.5	1.8	2.4	3	3.6	4.8	6
$n_{公称}$	0.4	0.5	0.6	0.8	1.2	1.2	1.6	2	2.5
r_{min}	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4
$r_{f参考}$	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4	3
t_{min}	0.35	0.5	0.6	0.7	1	1.2	1.4	1.9	2.4
w_{min}	0.3	0.4	0.5	0.7	1	1.2	1.4	1.9	2.4
x_{max}	0.9	1	1.1	1.25	1.75	2	2.5	3.2	3.8
公称长度 l	2 ~ 16	2.5 ~ 20	3 ~ 25	4 ~ 30	5 ~ 40	6 ~ 50	8 ~ 60	10 ~ 80	12 ~ 80
l(系列)	2、2.5、3、4、5、6、8、10、12、(14)、16、20、25、30、35、40、45、50、(55)、60、(65)、70、(75)、80								

注：1. 括号内规格尽可能不采用。
　　2. M1.6 ~ M3 的螺钉，公称长度在 30mm 以内的制出全螺纹；M4 ~ M10 的螺钉，公称长度在 40mm 以内的制出全螺纹。

附表 9-10 开槽沉头螺钉(摘自 GB/T 68—2000) (单位:mm)

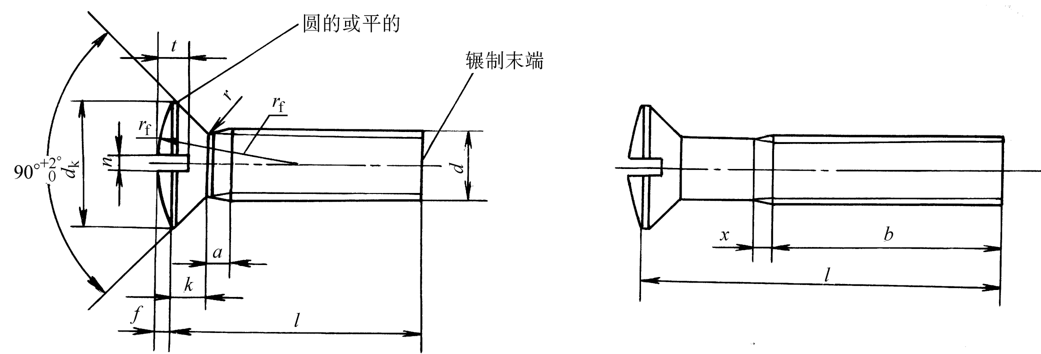


标记示例:
螺纹规格 d = M5,公称长度 l = 20mm
螺钉 GB/T 68 M5 ×20

螺纹规格 d	M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
P(螺距)	0.35	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5
a_{max}	0.7	0.8	0.9	1	1.4	1.4	2	2.5	3
b_{min}	25	25	25	25	38	38	38	38	38
d_{kmax}	3	3.8	4.7	5.5	8.4	9.3	11.3	15.8	18.3
k_{max}	1	1.2	1.5	1.65	2.7	2.7	3.3	4.65	5
$n_{公称}$	0.4	0.5	0.6	0.8	1.2	1.2	1.6	2	2.5
r_{max}	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.3	1.5	2	2.5
t_{max}	0.5	0.6	0.75	0.85	1.3	1.4	1.6	2.3	2.6
x_{max}	0.9	1	1.1	1.25	1.75	2	2.5	3.2	3.8
公称长度 l	2.5 ~ 16	3 ~ 20	4 ~ 25	5 ~ 30	6 ~ 40	8 ~ 50	8 ~ 60	10 ~ 80	12 ~ 80
l(系列)	2.5、3、4、5、6、8、10、12、(14)、16、20、25、30、35、40、45、50、(55)、60、(65)、70、(75)、80								

注:1. 括号内规格尽可能不采用。
2. M1.6 ~ M3 的螺钉,在公称长度 30mm 以内的制出全螺纹;M4 ~ M10 的螺钉,在公称长度 45mm 以内的制出全螺纹。

附表 9-11　开槽半沉头螺钉(摘自 GB/T 69—2000)　　(单位:mm)

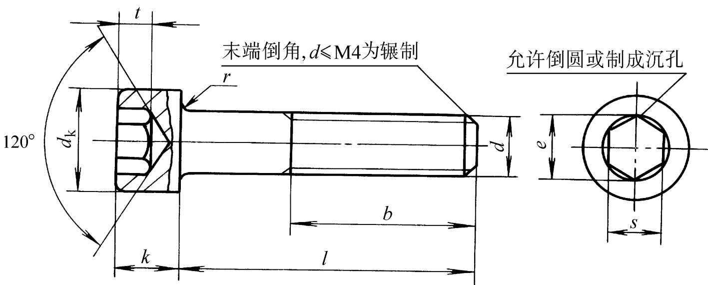


标记示例:
螺纹规格 d = M5,公称长度 l = 20mm
螺钉　GB/T 69　M5 × 20

螺纹规格 d	M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
P(螺距)	0.35	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5
a_{max}	0.7	0.8	0.9	1	1.4	1.6	2	2.5	3
b_{min}	25	25	25	25	38	38	38	38	38
d_{kmax}	3	3.8	4.7	5.5	8.4	9.3	11.3	15.8	18.3
f≈	0.4	0.5	0.6	0.7	1	1.2	1.4	2	2.3
k_{max}	1	1.2	1.5	1.65	2.7	2.7	3.3	4.65	5
$n_{公称}$	0.4	0.5	0.6	0.8	1.2	1.2	1.6	2	2.5
r_{max}	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.3	1.5	2	2.5
r_f≈	3	4	5	6	9.5	9.5	12	16.5	19.5
t_{max}	0.8	1	1.2	1.45	1.9	2.4	2.8	3.7	4.4
x_{max}	0.9	1	1.1	1.25	1.75	2	2.5	3.2	3.8
公称长度 l	2.5 ~ 16	3 ~ 20	4 ~ 25	5 ~ 30	6 ~ 40	8 ~ 50	8 ~ 60	10 ~ 80	12 ~ 80
l(系列)	2.5、3、4、5、6、8、10、12、(14)、16、20、25、30、35、40、45、50、(55)、60、(65)、70、(75)、80								

注:1. 括号内规格尽可能不采用。
2. M1.6 ~ M3 的螺钉,在公称长度 30mm 以内的制出全螺纹;M4 ~ M10 的螺钉,在公称长度 45mm 以内的制出全螺纹。

附表 9-12　内六角圆柱头螺钉（摘自 GB/T 70.1—2008）　　（单位：mm）



标记示例：

螺纹规格 d = M5，公称长度 l = 20mm

螺钉　GB/T 70.1　M5 × 20

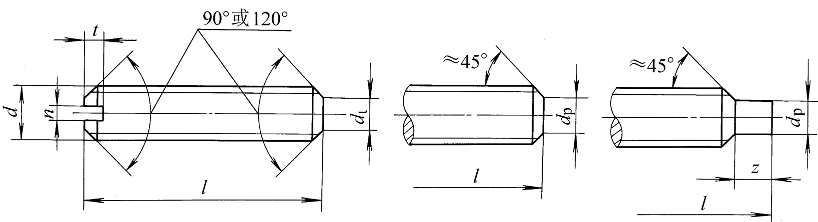
螺纹规格 d	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M(14)	M16
P(螺距)	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2
b 参考	17	18	20	22	24	28	32	36	40	44
d_{kmax}（对光滑头部）	4.5	5.5	7	8.5	10	13	16	18	21	24
k_{max}	2.5	3	4	5	6	8	10	12	14	16
t_{min}	1.1	1.3	2	2.5	3	4	5	6	7	8
$s_{公称}$	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	14
e_{min}	2.30	2.87	3.44	4.58	5.72	6.86	9.15	11.43	13.72	16.00
r_{min}	0.1	0.1	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6
公称长度 l	4 ~ 25	5 ~ 30	6 ~ 40	8 ~ 50	10 ~ 60	12 ~ 80	16 ~ 100	20 ~ 120	25 ~ 140	25 ~ 160
l(系列)	2.5、3、4、5、6、8、10、12、16、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、80、90、100、110、120、130、140、150、160									

注：1. 括号内规格尽可能不采用。

2. M2.5 ~ M3 的螺钉，在公称长度 20mm 以内的制出全螺纹；
M4 ~ M5 的螺钉，在公称长度 25mm 以内的制出全螺纹；
M6 的螺钉，在公称长度 30mm 以内的制出全螺纹；
M8 的螺钉，在公称长度 35mm 以内的制出全螺纹；
M10 的螺钉，在公称长度 40mm 以内的制出全螺纹；
M12 的螺钉，在公称长度 50mm 以内的制出全螺纹；
M14 的螺钉，在公称长度 55mm 以内的制出全螺纹；
M16 的螺钉，在公称长度 60mm 以内的制出全螺纹。

附表 9-13　开槽紧定螺钉　　（单位：mm）

开槽锥端紧定螺钉（摘自 GB/T 71—1985）	开槽平端紧定螺钉（摘自 GB/T 73—1985）	开槽长圆柱端紧定螺钉（摘自 GB/T 75—1985）



标记示例：	标记示例：	标记示例：
螺纹规格 d = M5	螺纹规格 d = M5	螺纹规格 d = M5
公称长度 l = 12mm	公称长度 l = 12mm	公称长度 l = 12mm
性能等级为 14H 级	性能等级为 14H 级	性能等级为 14H 级
螺钉　GB/T 71　M5 × 12	螺钉　GB/T 73　M5 × 12	螺钉　GB/T 75　M5 × 12

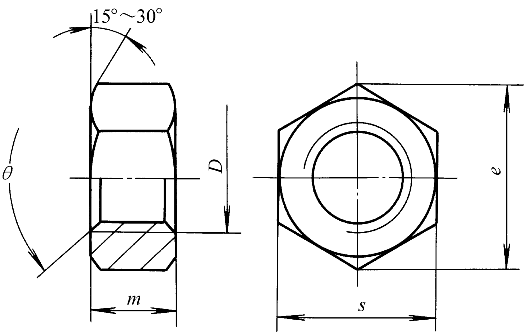
螺纹规格 d		M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12
P（螺距）		0.35	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75
n		0.25	0.25	0.4	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.6	2
t		0.74	0.84	0.95	1.05	1.42	1.63	2	2.5	3	3.6
d_t		0.16	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	1.5	2	2.5	3
d_p		0.8	1	1.5	2	2.5	3.5	4	5.5	7	8.5
z		1.05	1.25	1.25	1.75	2.25	2.75	3.25	4.3	5.3	6.3
l	GB/T 71—1985	2 ~ 8	3 ~ 10	3 ~ 12	4 ~ 16	6 ~ 20	8 ~ 25	8 ~ 30	10 ~ 40	12 ~ 50	14 ~ 60
	GB/T 73—1985	2 ~ 8	2 ~ 10	2.5 ~ 12	3 ~ 16	4 ~ 20	5 ~ 25	6 ~ 30	8 ~ 40	10 ~ 50	12 ~ 60
	GB/T 75—1985	2.5 ~ 8	3 ~ 10	4 ~ 12	5 ~ 16	6 ~ 20	8 ~ 25	8 ~ 30	10 ~ 40	12 ~ 50	14 ~ 60
l（系列）		2、2.5、3、4、5、6、8、10、12、(14)、16、20、25、30、35、40、45、50、(55)、60									

注：括号内规格尽可能不采用。

附表 9-14 六 角 螺 母

（单位：mm）

六角螺母—C 级（GB/T 41—2000）　　1 型六角螺母—A 和 B 级（GB/T 6170—2000）　　六角薄螺母—A 和 B 级（GB/T 6172.1—2000）



标记示例：
螺纹规格 D = M12
C 级六角螺母
螺母　GB/T 41　M12

标记示例：
螺纹规格 D = M12
A 级 1 型六角螺母
螺母　GB/T 6170　M12

标记示例：
螺纹规格 D = M12
A 级六角薄螺母
螺母　GB/T 6172.1　M12

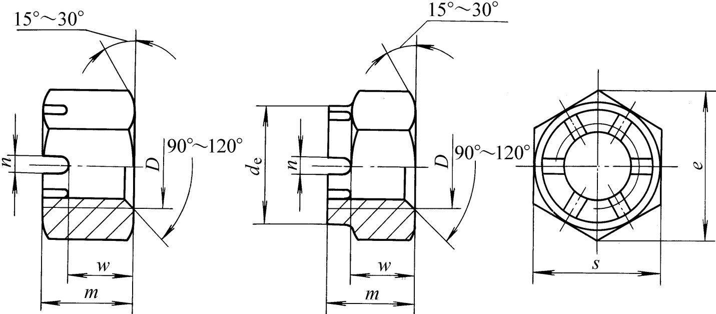
螺纹规格 D		M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36
e_{min}	GB/T 41			8.63	10.89	14.20	17.59	19.85	26.17	32.95	39.55	50.85	60.79
	GB/T 6170	6.01	7.66	8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	26.75	32.95	39.55	50.85	60.79
	GB/T 6172	6.01	7.66	8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	26.75	32.95	39.55	50.85	60.79
s_{max}	GB/T 41			8	10	13	16	18	24	30	36	46	55
	GB/T 6170	5.5	7	8	10	13	16	18	24	30	36	46	55
	GB/T 6172	5.5	7	8	10	13	16	18	24	30	36	46	55
m_{max}	GB/T 41			5.6	6.4	7.9	9.5	12.2	15.9	19	22.3	26.4	31.9
	GB/T 6170	2.4	3.2	4.7	5.2	6.8	8.4	10.8	14.8	18	21.5	25.6	31
	GB/T 6172	1.8	2.2	2.7	3.2	4	5	6	8	10	12	15	18

注：1. A 级用于 $D \leqslant 16$；B 级用于 $D > 16$。
2. 对 GB/T 41 允许内倒角，GB/T 6170 $\theta = 90° \sim 120°$，GB/T 6172.1 $\theta = 110° \sim 120°$。

附表 9-15 六角开槽螺母

（单位：mm）

1 型六角开槽螺母—A 和 B 级（GB/T 6178—1986）



标记示例：
螺纹规格 D = M5、A 级的 1 型六角开槽螺母
螺母　GB/T 6178　M5

（续）

螺纹规格 D	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M(14)	M16	M20	M24	M30	M36
d_e									28	34	42	50
e	7.66	8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	23.35	26.75	32.95	39.55	50.85	60.79
m	5	6.7	7.7	9.8	12.4	15.8	17.8	20.8	24	29.5	34.6	40
n	1.2	1.4	2	2.5	2.8	3.5	3.5	4.5	4.5	5.5	7	7
s	7	8	10	13	16	18	21	24	30	36	46	55
w	3.2	4.7	5.2	6.8	8.4	10.8	12.8	14.8	18	21.5	25.6	31
开口销	1×10	1.2×12	1.6×14	2×16	2.5×20	3.2×22	3.2×25	4×28	4×36	5×40	6.3×50	6.3×63

注：1. 括号内规格尽可能不采用。

2. A 级用于 $D \leqslant 16$；B 级用于 $D > 16$。

附表 9-16　垫　圈　（单位：mm）

小垫圈（GB/T 848—2002）　平垫圈（GB/T 97.1—2002）　平垫圈—倒角型（GB/T 97.2—2002）

标记示例：
小系列，公称尺寸 $d = 8$mm
垫圈 GB/T 848
硬度等级为 200HV 级
垫圈 GB/T 848　8

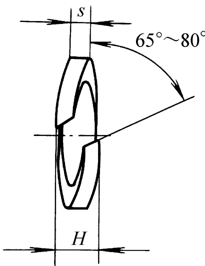
标记示例：
标准系列，公称尺寸 $d = 8$mm
垫圈 GB/T 97.1
硬度等级为 200HV 级
垫圈 GB/T 97.1　8

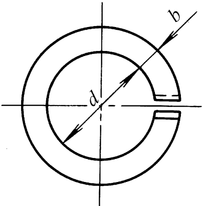
标记示例：
标准系列，公称尺寸 $d = 8$mm
垫圈 GB/T 97.2
硬度等级为 200HV 级
垫圈 GB/T 97.2　8

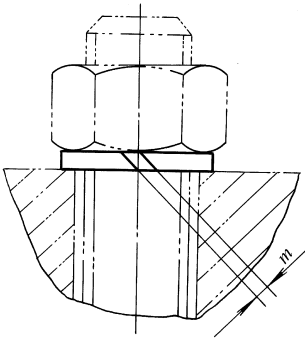
公称尺寸（螺纹规格 d）		1.6	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	24	30	36
d_1	GB/T 848—2002	1.7	2.2	2.7	3.2	4.3	5.3	6.4	8.4	10.5	13	15	17	21	25	31	37
	GB/T 97.1—2002	1.7	2.2	2.7	3.2	4.3	5.3	6.4	8.4	10.5	13	15	17	21	25	31	37
	GB/T 97.2—2002						5.3	6.4	8.4	10.5	13	15	17	21	25	31	37
d_2	GB/T 848—2002	3.5	4.5	5	6	8	9	11	15	18	20	24	28	34	39	50	60
	GB/T 97.1—2002	4	5	6	7	9	10	12	16	20	24	28	30	37	44	56	66
	GB/T 97.2—2002						10	12	16	20	24	28	30	37	44	56	66
h	GB/T 848—2002	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	1	1.6	1.6	1.6	2	2.5	2.5	3	4	4	5
	GB/T 97.1—2002	0.3	0.3	0.5	0.5	0.8	1	1.6	1.6	2	2.5	2.5	3	3	4	4	5
	GB/T 97.2—2002						1	1.6	1.6	2	2.5	2.5	3	3	4	4	5

附表 9-17　弹 簧 垫 圈　　（单位：mm）

标准型弹簧垫圈（GB/T 93—1987）　　　轻型弹簧垫圈（GB/T 859—1987）







标记示例：
规格 16mm　标准型弹簧垫圈
垫圈　GB/T93　16

标记示例：
规格 16mm　轻型弹簧垫圈
垫圈　GB/T859　16

规格（螺纹大径）		3	4	5	6	8	10	12	（14）	16	（18）	20	（22）	24	（27）	30
d		3.1	4.1	5.1	6.1	8.1	10.2	12.2	14.2	16.2	18.2	20.2	22.5	24.5	27.5	30.5
H	GB/T 93—1987	1.6	2.2	2.6	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2	9	10	11	12	13.6	15
	GB/T 859—1987	1.2	1.6	2.2	2.6	3.2	4	5	6	6.4	7.2	8	9	10	11	12
$s(b)$	GB/T 93—1987	0.8	1.1	1.3	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	4.5	5	5.5	6	6.8	7.5
s	GB/T 859—1987	0.6	0.8	1.1	1.3	1.6	2	2.5	3	3.2	3.6	4	4.5	5	5.5	6
$m \leqslant$	GB/T 93—1987	0.4	0.55	0.65	0.8	1.05	1.3	1.55	1.8	2.05	2.25	2.5	2.75	3	3.4	3.75
	GB/T 859—1987	0.3	0.4	0.55	0.65	0.8	1	1.25	1.5	1.6	1.8	2	2.25	2.5	2.75	3
b	GB/T 859—1987	1	1.2	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8	9

注：1. 括号内规格尽可能不采用。
　　2. m 应大于 0。

第 10 章　键、花键、销、挡圈、弹簧

10.1　键

键可分为三大类：平键、半圆键、楔键。键的材料一般推荐采用 45、35 钢。

10.1.1　平键

平键有普通平键、薄型平键及导向平键三种。

10.1.1.1　普通平键

普通平键是以键的两个侧面为工作面，起传递转矩的作用。

10.1.1.2　薄型平键

薄型平键适用于空心轴、薄壁结构和其他特殊用途的场合。

普通平键和薄型平键的形式及标记示例见表 10-1。它们的尺寸见表 10-2 和表 10-3。

表 10-1　普通平键及薄型平键的形式及标记示例

（GB/T 1096—2003，GB/T 1567—2003）

形式	图　　例	标 记 示 例
A 型	A—A，Cc或 r，$\sqrt{Ra\,6.3}$，A，h，$\sqrt{Ra\,6.3}$，A，$\sqrt{Ra\,1.6}$，R=b/2，b，L，$\sqrt{Ra\,1.6}$，$\sqrt{Ra\,12.5}$(√)	GB/T 1096—2003　键 16×10×100 GB/T 1567—2003　键 16×7×100 说明：圆头普通平键（A 型） 圆头薄型平键（A 型） $b=16$mm　$h=10$mm $L=100$mm （薄型 $h=7$mm）
B 型	A—A，Cc或 r，A，h，A，b，L	GB/T 1096—2003　键 B16×10×100 GB/T 1567—2003　键 B16×7×100 说明：平头普通平键（B 型） 平头薄型平键（B 型） $b=16$mm　$h=10$mm $L=100$mm （薄型 $h=7$mm）

（续）

形式	图　　例	标 记 示 例
C 型	A—A Cc或r A h R=b/2 A b L	GB/T 1096—2003　键 C16×10×100 GB/T 1567—2003　键 C16×7×100 说明：单圆头普通平键（C 型） 　　单圆头薄型平键（C 型） $b=16\text{mm}$　$h=10\text{mm}$ $L=100\text{mm}$ （薄型 $h=7\text{mm}$）

表 10-2　普通平键的尺寸与公差（GB/T 1096—2003）　　（单位：mm）

b	公称尺寸	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22
	极限偏差（h8）	0 −0.014		0 −0.018			0 −0.022		0 −0.027				0 −0.033	
h	公称尺寸	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14
	极限偏差（h11）	—		—			0 −0.090					0 −0.110		
倒角或倒圆		0.16～0.25			0.25～0.40			0.40～0.60				0.60～0.80		
公称尺寸 L（极限偏差 h14）		6～20	6～36	8～45	10～56	14～70	18～90	22～110	28～140	36～160	45～180	50～200	56～200	63～250
b	公称尺寸	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100
	极限偏差（h8）	0 −0.033		0 −0.039					0 −0.040				0 −0.054	
h	公称尺寸	14	16	18	20	22	25	28	32	32	36	40	45	50
	极限偏差（h11）	0 −0.110			0 −0.130				0 −0.160					
倒角或倒圆		0.60～0.80			1.00～1.20				1.60～2.00			2.50～3.00		
公称尺寸 L（极限偏差 h14）		70～280	80～320	90～360	100～400	100～400	110～450	125～500	140～500	160～500	180～500	200～500	220～500	250～500
长度 L 的系列		6、8、10、12、14、16、18、20、22、25、28、32、36、40、45、50、56、63、70、80、90、100、110、125、140、160、180、200、220、250、280、320、400、450、500												

表 10-3　薄型平键的尺寸(GB/T 1567—2003)　　　　　　(单位:mm)

b	公称尺寸	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
	极限偏差(h8)	0 -0.018		0 -0.022		0 -0.027				0 -0.033				0 -0.039	
h	公称尺寸	3	4	5	6	6	6	7	7	8	9	9	10	11	12
	极限偏差(h11)	0 -0.060	0 -0.075						0 -0.090					0 -0.110	
倒角或倒圆		0.025~0.40				0.40~0.60				0.60~0.80					1.0~1.2
公称尺寸 L(极限偏差 h14)		10~56	14~70	18~90	22~110	28~140	36~160	45~180	50~200	56~220	63~250	70~280	80~320	90~360	100~400
长度 L 的系列		10、12、14、16、18、20、22、25、28、32、36、40、45、50、63、70、80、90、100、110、125、140、160、200、250、280、320、360、400													

10.1.1.3　导向平键

导向平键用于轴与轴上零件在轴向有相对滑动的联结,故该零件轮毂键槽的侧面与键的配合应较松。导向平键的形式、标记示例及尺寸见表 10-4、表 10-5。

表 10-4　导向平键的形式及标记示例(GB/T 1097—2003)

形式	图　　例	标 记 示 例
A 型	h_1, D, c_1, 120°, Ra 6.3, h, d_1, d, Cc或r, Ra 1.6, Ra 6.3, $R=b/2$, b, L_1, L_3, L_2, L, Ra 1.6, Ra 12.5(√)	GB/T 1097—2003　键 16×10 说明:圆头导向平键(A 型) b=16mm　h=10mm L=100mm
B 型	h_1, D, 120°, h, c_1, d_1, d, Cc或r, b, L_1, L_3, L_2, L	GB/T 1097—2003　键 B16×10 说明:平头导向平键(B 型) b=16mm　h=10mm L=100mm

表 10-5　导向平键的尺寸与公差(GB/T 1097—2003)　　（单位:mm）

b	公称尺寸	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45
	极限偏差(h8)	0 −0.022		0 −0.027				0 −0.033				0 −0.039			
h	公称尺寸	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18	20	22	25
	极限偏差(h11)	0 −0.090					0 −0.110						0 −0.130		
倒角或倒圆		0.25 ~ 0.40	0.40 ~ 0.60					0.60 ~ 0.80					1.0 ~ 1.2		
h_1		2.4		3.0	3.5		4.5			6		7	8		
d_1		3.4		4.5	5.5		6.6			9		11	14		
d		M3		M4	M5		M6			M8		M10	M12		
D		6		8.5	10		12			15		18	22		
L		25 ~ 90	25 ~ 110	28 ~ 140	36 ~ 160	45 ~ 180	50 ~ 200	56 ~ 220	63 ~ 250	70 ~ 280	80 ~ 320	90 ~ 360	100 ~ 400	100 ~ 400	125 ~ 400

L	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	110	125	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400	450
L_1	13	14	16	18	20	23	26	30	35	40	48	54	60	66	75	80	90	100	110	120	140	160	180	200	220	250
L_2	12.5	14	16	18	20	22.5	25	28	31.5	35	40	45	50	55	62	70	80	90	100	110	125	140	160	180	200	225
L_3	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100

注:当键长大于 450mm 时,其长度按 GB/T 321—2005《优先数和优先数系》的 *R*20 系列选取。

10.1.2　半圆键

半圆键和平键一样,用键的两个侧面传递转矩,其优点是键及轴上键槽的加工、装配方便,其缺点是轴上的键槽较深。半圆键的形式、标记示例及尺寸见表 10-6、表 10-7。

表 10-6　半圆键的形式及标记示例(GB/T 1099.1—2003)

图　　例	标 记 示 例
Ra 6.3　D　h　Ra 6.3　Ra 1.6　b　Ra 1.6　Cc或r　Ra12.5(√)	GB/T 1099.1—2003　键 6×10×25 说明:半圆键 *b* = 6mm　*h* = 10mm *D* = 25mm

表 10-7　半圆键(GB/T 1099.1—2003)　　　　(单位:mm)

键尺寸 $b \times h \times D$	宽度 b		高度 h		直径 D		倒角或倒圆 s	
	公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差(h12)	公称尺寸	极限偏差(h12)	min	max
1×1.4×4	1	0 −0.025	1.4	0 −0.10	4	0 −0.120	0.16	0.25
1.5×2.6×7	1.5		2.6		7	0 −0.150		
2×2.6×7	2		2.6		7			
2×3.7×10	2		3.7	0 −0.12	10			
2.5×3.7×10	2.5		3.7		10			
3×5×13	3		5		13	0 −0.180		
3×6.5×16	3		6.5	0 −0.15	16			
4×6.5×16	4		6.5		16		0.25	0.40
4×7.5×19	4		7.5		19	0 −0.210		
5×6.5×16	5		6.5		16	0 −0.180		
5×7.5×19	5		7.5		19	0 −0.210		
5×9×22	5		9		22			
6×9×22	6		9		22			
6×10×25	6		10		25			
8×11×28	8		11	0 −0.18	28		0.40	0.60
10×13×32	10		13		32	0 −0.250		

10.1.3　楔键

楔键的顶面为一个1∶100的斜面,用于静联结,利用键的顶面及底面使轴上零件固定,不能沿轴向移动。楔键的两侧为较松的间隙配合。表10-8~表10-10为楔键的形式、标记示例及尺寸。

表 10-8　楔键的形式及标记示例(GB/T 1564—2003,GB/T 1565—2003)

形式		图例	标记示例
普通楔键	A型	1:100 Ra 1.6~3.2 Cc或r h Ra 6.3 Ra 1.6~3.2 R=b/2 b Ra 6.3 L Ra 12.5(✓)	GB/T 1564—2003　键　16×10×100 说明:圆头普通楔键(A型) $b=16$mm　$h=10$mm $L=100$mm

（续）

形式		图例	标记示例
普通楔键	B 型	1:100　Cc或r　h　b　L	GB/T 1564—2003　键 B16×100 说明：平头普通楔键（B 型） $b=16\text{mm}$　$h=10\text{mm}$ $L=100\text{mm}$
	C 型	1:100　Cc或r　R=b/2　h　b　L	GB/T 1564—2003　键 C16×100 说明：单圆头普通楔键（C 型） $b=16\text{mm}$　$h=10\text{mm}$ $L=100\text{mm}$
钩头楔键		45°　h　1:100　Cc或r　Ra 1.6~3.2　h_1　h　h　Ra 6.3　Ra 1.6~3.2　b　Ra 6.3　b　L　Ra 12.5(√)	GB/T 1565—2003　键 16×100 说明：钩头楔键 $b=16\text{mm}$　$h=10\text{mm}$ $L=100\text{mm}$

表 10-9　普通楔键的尺寸（GB/T 1564—2003）　　（单位：mm）

b	公称尺寸	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22
	极限偏差（h8）	0 −0.014		0 −0.018			0 −0.022		0 −0.027				0 −0.033	
h	公称尺寸	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14
	极限偏差（h11）	0 −0.060		0 −0.075			0 −0.090					0 −0.110		
倒角或倒圆		0.16~0.25			0.25~0.40			0.40~0.60					0.60~0.80	
L	公称尺寸（h14）	6~20	6~36	8~45	10~56	14~70	18~90	22~110	28~140	36~160	45~180	50~200	56~220	63~250

（续）

b	公称尺寸	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100
	极限偏差（h8）	0 −0.033		0 −0.039					0 −0.046				0 −0.054	
h	公称尺寸	14	16	18	20	22	25	28	32	32	36	40	45	50
	极限偏差（h11）	0 −0.110			0 −0.130				0 −0.160					
倒角或倒圆		0.60～0.80			1.0～1.2				1.6～2.0			2.5～3.0		
L	公称尺寸（h14）	70～280	80～320	90～360	100～400	100～400	110～450	125～500	140～500	160～500	180～500	200～500	220～500	250～500
长度 L 的系列		6、8、10、12、14、16、20、22、25、28、32、36、40、45、50、56、63、70、80、90、100、125、140、160、180、200、220、250、280、320、360、400、450、500												

注：当键长大于500mm时，其长度应按GB/T 321—2005《优先数和优先数系》的 $R20$ 系列选取。

表10-10　钩头楔键的尺寸（GB/T 1565—2003）　　（单位：mm）

b	公称尺寸	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
	极限偏差（h8）	0 −0.018			0 −0.022		0 −0.027				0 −0.033				0 −0.039
h	公称尺寸	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18
	极限偏差（h11）	0 −0.075			0 −0.090					0 −0.110					
h_1		7	8	10	11	12	12	14	16	18	20	22	22	25	28
倒角或倒圆		0.16～0.25	0.25～0.40			0.40～0.60					0.60～0.80				
L	公称尺寸（h14）	14～45	14～56	14～70	18～90	22～110	28～140	36～160	45～180	50～200	56～220	63～250	70～280	80～320	90～360

b	公称尺寸	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100
	极限偏差（h8）	0 −0.039				0 −0.046				0 −0.054	
h	公称尺寸	20	22	25	28	32	32	36	40	45	50
	极限偏差（h11）	0 −0.130				0 −0.160					
h_1		32	36	40	45	50	50	56	63	70	80
倒角或倒圆		1.0～1.2				1.6～2.0			2.5～3.0		
L	公称尺寸（h14）	100～400	100～400	110～400	125～500	140～500	160～500	180～500	200～500	220～500	250～500
长度 L 的系列		14、16、18、20、22、25、28、32、36、40、45、50、56、63、70、80、90、100、110、125、140、160、180、200、250、280、320、360、400、450、500									

注：1. 极限偏差h9、h11只适用于键的截面尺寸。
　　2. 当键长大于500mm时，其长度按GB/T 321—2005《优先数和优先数系》$R20$ 系列选取。

10.1.4 键和键槽的断面尺寸及公差

10.1.4.1 普通平键、导向平键、薄型平键的断面尺寸及公差

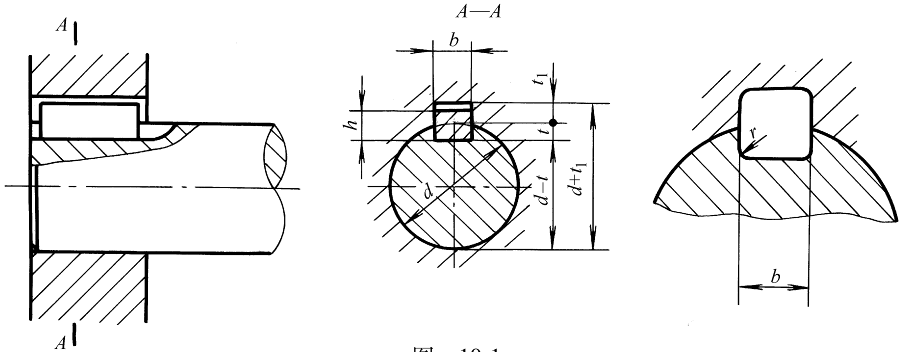


图 10-1

表 10-11 普通平键、导向平键键槽的断面尺寸及公差

（GB/T 1095—2003） （单位：mm）

轴	键	键槽											
公称直径 d	公称尺寸 $b \times h$	宽度 b						深度				半径 r	
		公称尺寸	极限偏差					轴 t		毂 t_1			
			较松键联结		一般键联结		较紧键联结						
			轴 H9	毂 D10	轴 N9	毂 Js9	轴和毂 P9	公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差	最小	最大
自 6～8	2×2	2	+0.025	+0.060	−0.004	±0.0125	−0.006	1.2	+0.1 0	1	+0.1 0	0.08	0.16
>8～10	3×3	3	0	+0.020	−0.029		−0.031	1.8		1.4			
>10～12	4×4	4	+0.030 0	+0.078 +0.030	0 −0.030	±0.015	−0.012 −0.042	2.5		1.8			
>12～17	5×5	5						3.0		2.3		0.16	0.25
>17～22	6×6	6						3.5		2.8			
>22～30	8×7	8	+0.036	+0.098	0	±0.018	−0.015	4.0	+0.2 0	3.3	+0.2 0		
>30～38	10×8	10	0	+0.040	−0.036		−0.051	5.0		3.3		0.25	0.40
>38～44	12×8	12	+0.043 0	+0.120 +0.050	0 −0.043	±0.0215	−0.018 −0.061	5.0		3.3			
>44～50	14×9	14						5.5		3.8			
>50～58	16×10	16						6.0		4.3			
>58～65	18×11	18						7.0		4.4			
>65～75	20×12	20	+0.052 0	+0.149 +0.065	0 −0.052	±0.026	−0.022 −0.074	7.5		4.9		0.40	0.60
>75～85	22×14	22						9.0		5.4			
>85～95	25×14	25						9.0		5.4			
>95～110	28×16	28						10.0		6.4			
>110～130	32×18	32	+0.062 0	+0.180 +0.080	0 −0.062	±0.031	−0.026 −0.088	11.0		7.4			
>130～150	36×20	36						12.0	+0.3 0	8.4	+0.3 0	0.70	1.0
>150～170	40×22	40						13.0		9.4			
>170～200	45×25	45						15.0		10.4			
>200～230	50×28	50						17.0		11.4			
>230～260	56×32	56	+0.074 0	+0.220 +0.100	0 −0.074	±0.037	−0.032 −0.106	20.0		12.4		1.2	1.6
>260～290	63×32	63						20.0		12.4			
>290～330	70×36	70						22.0		14.4			
>330～380	80×40	80						25.0		15.4		2.0	2.5
>380～440	90×45	90	+0.087	+0.260	0	±0.0435	−0.037	28.0		17.4			
>440～500	100×50	100	0	+0.120	−0.087		−0.124	31.0		19.5			

注：$(d-t)$和$(d+t_1)$两组组合尺寸的极限偏差按相应的 t 和 t_1 的极限偏差选取，但$(d-t)$极限偏差值应取负号（−）。

（1）图 10-1 所示为平键联结装配图和键槽的断面图。在零件图中，轴的键槽深度用 t 或（$d-t$）标注，轮毂的键槽深度用 t_1 或（$d+t_1$）标注。

（2）对于平键，轴上键槽长度公差用 H14。

（3）对于导向平键，轴和轮毂上的键槽与键用较松的联结。

普通平键、导向平键键槽的断面尺寸及公差见表 10-11；薄型平键键槽的断面尺寸及公差见表 10-12。

表 10-12　薄型平键键槽的断面尺寸及公差（GB/T 1566—2003）　　（单位：mm）

轴	键	键槽											
公称直径 d	公称尺寸 $b\times h$	宽度 b						深度				半径 r	
		公称尺寸	极限偏差					轴 t		毂 t_1			
			较松键联结		一般键联结		较紧键联结	公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差		
			轴 H9	毂 D10	轴 N9	毂 Js9	轴和毂 P9					最小	最大
自 12～17	5×3	5	+0.030	+0.078	0	±0.015	-0.012	1.8	+0.1 0	1.4	+0.1 0	0.16	0.25
>17～22	6×4	6	0	+0.030	-0.030		-0.042	2.5		1.8			
>22～30	8×5	8	+0.036	+0.098	0	±0.018	-0.015	3		2.3			
>30～38	10×6	10	0	+0.040	-0.036		-0.051	3.5		2.8		0.25	0.40
>38～44	12×6	12	+0.043 0	+0.120 +0.050	0 -0.043	±0.0215	-0.018 -0.061	3.5		2.8			
>44～50	14×6	14						3.5		2.8			
>50～58	16×7	16						4	+0.2 0	3.3	+0.2 0		
>58～65	18×7	18						4		3.3			
>65～75	20×8	20	+0.052 0	+0.149 +0.065	0 -0.052	±0.026	-0.022 -0.072	5		3.3		0.40	0.60
>75～85	22×9	22						5.5		3.8			
>85～95	25×9	25						5.5		3.8			
>95～110	28×10	28						6		4.3			
>110～130	32×11	32	+0.062	+0.180	0	±0.031	-0.026	7		4.4			
>130～150	36×12	36	0	+0.080	-0.062		-0.088	7.5		4.9		0.70	1.0

注：（$d-t$）和（$d+t_1$）两个组合尺寸的极限偏差按相应的 t 和 t_1 的极限偏差选取，但（$d-t$）极限偏差值应取负号（-）。

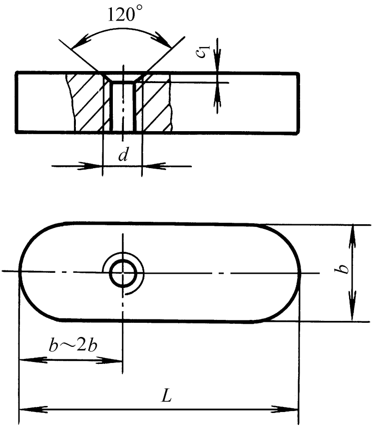


图　10-2

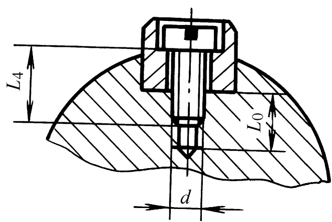


图　10-3

（4）需要时，普通平键允许制有起键螺孔，较长的键可采用两个对称螺孔（图 10-2）。起键螺孔的推荐尺寸见表 10-13。

表 10-13　起键螺孔的推荐尺寸(GB/T 1096—2003)　　　　(单位:mm)

b	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100
d	M3		M4		M5		M6		M8		M10	M12					M16		M20		
c_1	0.3	0.5										1					2				

(5) 导向平键所用固定螺钉(图 10-3)应符合 GB/T 822《十字槽圆柱头螺钉》或 GB/T 67《开槽盘头螺钉》的规定,其尺寸见表 10-14。

表 10-14　导向平键用固定螺钉尺寸　　　　(单位:mm)

b	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45
L_0	7	8	10			12			15		18	22		
$d \times L_4$	M3×8	M3×10	M4×10	M5×10		M6×12		M6×16	M8×16		M10×20	M12×25		

10.1.4.2　半圆键的断面尺寸及公差

图 10-4 所示为半圆键联结的装配图和键槽的断面图。在零件图中轴的键槽深度用 t 或 $(d-t)$ 标注,轮毂的键槽深度用 t_1 或 $(d+t_1)$ 标注。

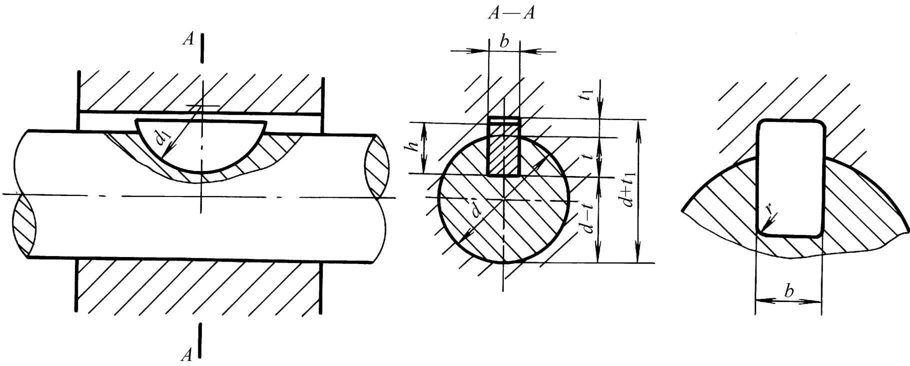


图　10-4

半圆键及键槽的断面尺寸及公差见表 10-15。

10.1.4.3　楔键的断面尺寸及公差

(1) 图 10-5 为普通楔键和钩头楔键的装配图及键槽的断面图。在零件图中轴的键槽深度用 t 或 $(d-t)$ 标注,轮毂的键槽深度用 t_1 或 $(d+t_1)$ 标注。$(d+t_1)$ 及 t_1 为大端槽深。

(2) 安装后,键的斜面与轮毂槽的斜面必须紧密贴合,键宽的两侧用较松的间隙配合(D10/h9)。

表 10-16 为楔键和键槽的断面尺寸及公差。

表 10-15　半圆键及键槽的断面尺寸及公差（GB/T 1098—2003）　　（单位：mm）

轴径 d		键	键槽									
			宽度 b				深度				半径 r	
			公称尺寸	极限偏差			轴 t		毂 t_1			
				一般键联结		较紧键联结						
键传递转矩	键定位用	公称尺寸 $b \times h \times d_1$		轴 N9	毂 Js9	轴和毂 P9	公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差	最小	最大
自 3 ~ 4	自 3 ~ 4	1.0 × 1.4 × 4	1.0	-0.004 -0.029	±0.012	-0.006 -0.031	1.0	+0.1 0	0.6	+0.1 0	0.08	0.16
> 4 ~ 5	> 4 ~ 6	1.5 × 2.6 × 7	1.5				2.0		0.8			
> 5 ~ 6	> 6 ~ 8	2.0 × 2.6 × 7	2.0				1.8		1.0			
> 6 ~ 7	> 8 ~ 10	2.0 × 3.7 × 10	2.0				2.9		1.0			
> 7 ~ 8	> 10 ~ 12	2.5 × 3.7 × 10	2.5				2.7		1.2			
> 8 ~ 10	> 12 ~ 15	3.0 × 5.0 × 13	3.0				3.8	+0.2 0	1.4			
> 10 ~ 12	> 15 ~ 18	3.0 × 6.5 × 16	3.0				5.3		1.4		0.16	0.25
> 12 ~ 14	> 18 ~ 20	4.0 × 6.5 × 16	4.0	0 -0.030	±0.015	-0.012 -0.042	5.0		1.8			
> 14 ~ 16	> 20 ~ 22	4.0 × 7.5 × 19	4.0				6.0		1.8			
> 16 ~ 18	> 22 ~ 25	5.0 × 6.5 × 16	5.0				4.5		2.3			
> 18 ~ 20	> 25 ~ 28	5.0 × 7.5 × 19	5.0				5.5		2.3			
> 20 ~ 22	> 28 ~ 32	5.0 × 9.0 × 22	5.0				7.0		2.3			
> 22 ~ 25	> 32 ~ 36	6.0 × 9.0 × 22	6.0				6.5	+0.3 0	2.8			
> 25 ~ 28	> 36 ~ 40	6.0 × 10.0 × 25	6.0				7.5		2.8	+0.2 0	0.25	0.40
> 28 ~ 32	40	8.0 × 11.0 × 28	8.0	0 -0.036	±0.018	-0.015 -0.051	8.0		3.3			
> 32 ~ 38	—	10.0 × 13.0 × 32	10.0				10.0		3.3			

注：$(d-t)$ 和 $(d+t_1)$ 两个组合尺寸的极限偏差按相应的 t 和 t_1 的极限偏差选取，但 $(d-t)$ 极限偏差值应取负号（-）。

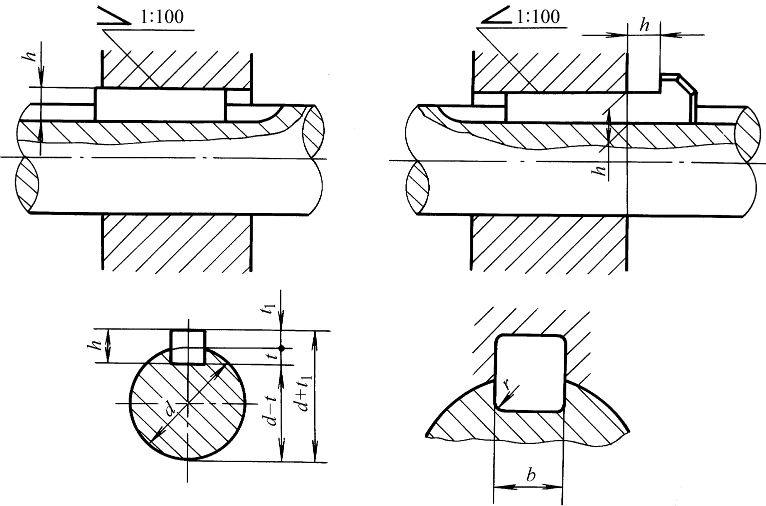


图　10-5

表 10-16　楔键和键槽的断面尺寸及公差(GB/T 1563—2003)　　　(单位:mm)

轴	键	键槽							
		宽度 b		深度				半径 r	
				轴 t		毂 t_1			
公称直径 d	公称尺寸 $b \times h$	公称尺寸	轴和毂极限偏差 D10	公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差	最小	最大
自 6 ~ 8	2 × 2	2	$^{+0.060}_{+0.020}$	1.2	$^{+0.1}_{0}$	0.5	$^{+0.1}_{0}$	0.08	0.16
> 8 ~ 10	3 × 3	3		1.8		0.9			
> 10 ~ 12	4 × 4	4	$^{+0.078}_{+0.030}$	2.5		1.2			
> 12 ~ 17	5 × 5	5		3.0		1.7		0.16	0.25
> 17 ~ 22	6 × 6	6		3.5		2.2			
> 22 ~ 30	8 × 7	8	$^{+0.098}_{+0.040}$	4.0	$^{+0.2}_{0}$	2.4	$^{+0.2}_{0}$		
> 30 ~ 38	10 × 8	10		5.0		2.4		0.25	0.40
> 38 ~ 44	12 × 8	12	$^{+0.120}_{+0.050}$	5.0		2.4			
> 44 ~ 50	14 × 9	14		5.5		2.9			
> 50 ~ 58	16 × 10	16		6.0		3.4			
> 58 ~ 65	18 × 11	18		7.0		3.4			
> 65 ~ 75	20 × 12	20	$^{+0.149}_{+0.065}$	7.5		3.9		0.40	0.60
> 75 ~ 85	22 × 14	22		9.0		4.4			
> 85 ~ 95	25 × 14	25		9.0		4.4			
> 95 ~ 110	28 × 16	28		10.0		5.4			
> 110 ~ 130	32 × 18	32	$^{+0.180}_{+0.080}$	11.0		6.4			
> 130 ~ 150	36 × 20	36		12.0	$^{+0.3}_{0}$	7.1	$^{+0.3}_{0}$	0.70	1.0
> 150 ~ 170	40 × 22	40		13.0		8.1			
> 170 ~ 200	45 × 25	45		15.0		9.1			
> 200 ~ 230	50 × 28	50		17.0		10.1			
> 230 ~ 260	56 × 32	56	$^{+0.220}_{+0.100}$	20.0		11.1		1.2	1.6
> 260 ~ 290	63 × 32	63		20.0		11.1			
> 290 ~ 330	70 × 36	70		22.0		13.1			
> 330 ~ 380	80 × 40	80		25.0		14.1		2.0	2.5
> 380 ~ 440	90 × 45	90	$^{+0.260}_{+0.120}$	28.0		16.1			
> 440 ~ 500	100 × 50	100		31.0		18.1			

注:$(d-t)$ 和 $(d+t_1)$ 两个组合尺寸的极限偏差按相应的 t 和 t_1 的极限偏差选取,但 $(d-t)$ 极限偏差值应取负号(−)。

10.1.5　键的技术条件

(1)当键长 L 和键宽 b 之比大于或等于 8 时,键的两工作面在长度方向的平行度应符合 GB/T 1184—1996《形状和位置公差　未注公差值》,当 $b \leqslant 6$mm 时,按 7 级;$b = 8 \sim 36$mm 时,按 6 级;$b \geqslant 40$mm 时,按 5 级。

(2)键槽的对称度公差,以键宽 b 为公称尺寸,可根据不同要求按 GB/T 1184—1996 中的

附表选取 7 ~9 级对称度公差。

（3）平键和半圆键键槽两侧面的粗糙度参数 *Ra* 值推荐为 1.6 ~3.2μm，键槽底面和顶面的粗糙度参数 *Ra* 值推荐为 6.3μm。

楔键键槽两侧面的粗糙度参数 *Ra* 值推荐为 6.3μm，键槽底面和顶面的粗糙度参数 *Ra* 值推荐为 1.6 ~3.2μm。

10.2 花键

在 GB/T 4459.3—2000 中，列举了矩形花键及直齿渐开线花键的画法。

10.2.1 矩形花键的画法及其标注

10.2.1.1 矩形外花键的画法

在图 10-6 中：

（1）在平行于和垂直于花键轴线投影面的视图中，外花键的大径 *D* 用粗实线画出，小径 *d* 用细实线画出（图 10-6a）。

（2）工作长度 *L* 的终止线和尾部末端用细实线画出。尾部一般用倾斜于轴线 30°的细线画出，必要时，可按实际情况画出。

（3）在断面图中可画出部分或全部齿形。

（4）在包含轴线的局部剖视图中，小径 *d* 用粗实线画出（图 10-6b）。

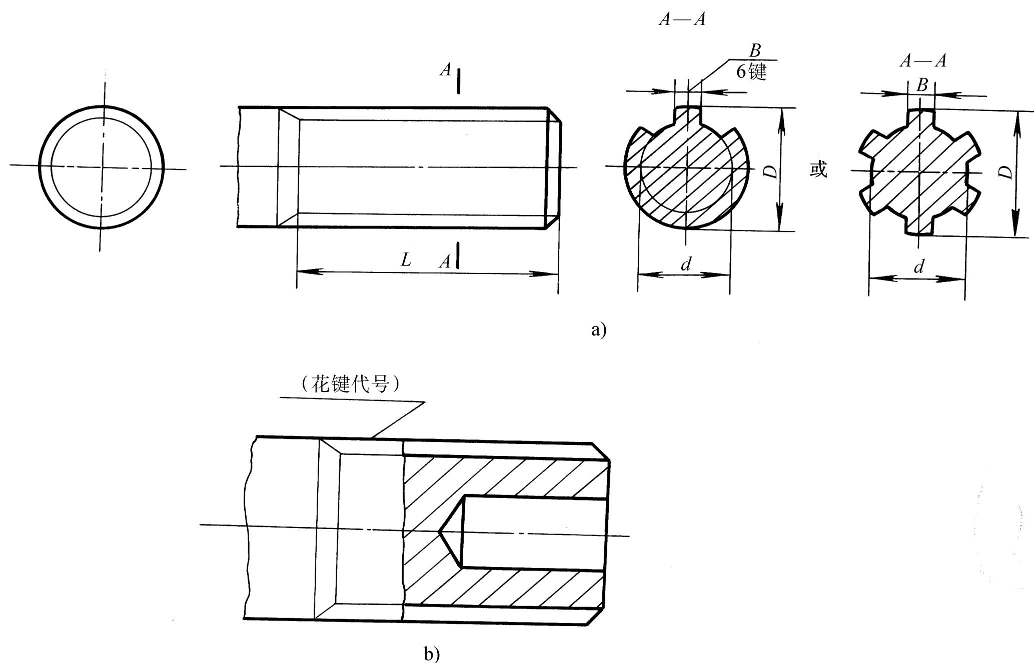


图 10-6

10.2.1.2 矩形内花键的画法

在图 10-7 中：

（1）在内花键孔的剖视图中，大径 *D*、小径 *d* 均用粗实线画出。

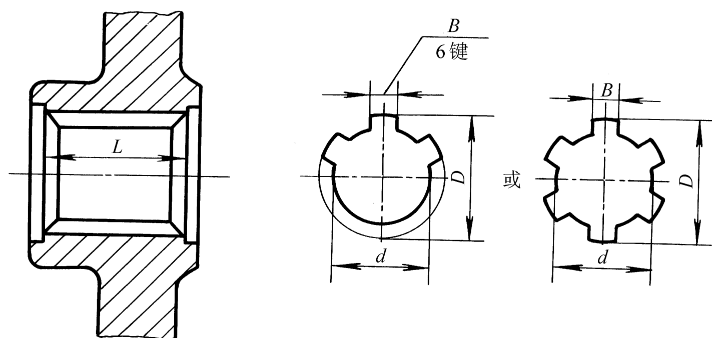


图 10-7

（2）在垂直于轴线的视图中，可画出部分齿形（未画齿处大径用细实线圆表示，小径用粗实线圆表示）或全部齿形。

10.2.1.3 矩形花键的标注

（1）内、外花键的大径 D、小径 d、键宽 B 可采用一般尺寸标法，如图 10-6、图 10-7 所示。

（2）亦可采用由大径处引线，并写出花键代号，如图 10-8 所示。代号的写法为 $N\times d\times D\times B$（$N$ 为键数），例如 6×23×28×6（代号中 d、D、B 的数字后均应加注公差带代号）。

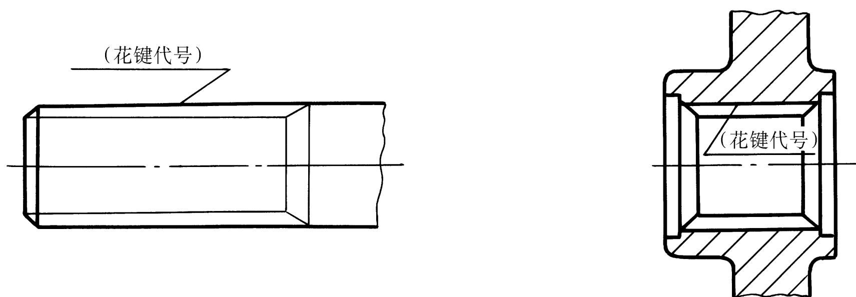


图 10-8

（3）图 10-9 为外花键长度 L 的注法。一般标注工作长度 L（图 10-9a），亦可再加尾部长度（图 10-9b）或全长（图 10-9c）。

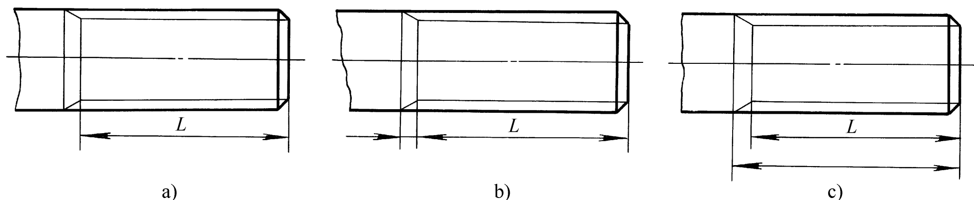


图 10-9

10.2.1.4 矩形花键联结的画法及标注

（1）花键联结一般用剖视图表示，其联结部分按外花键的画法，如图 10-10 所示。

（2）矩形花键联结的标记格式为 $N\times d\times D\times B$，例如 $6\times 23\,\dfrac{H7}{f7}\times 26\,\dfrac{H10}{a11}\times 6\,\dfrac{H11}{d10}$ GB/T 1144—2001。

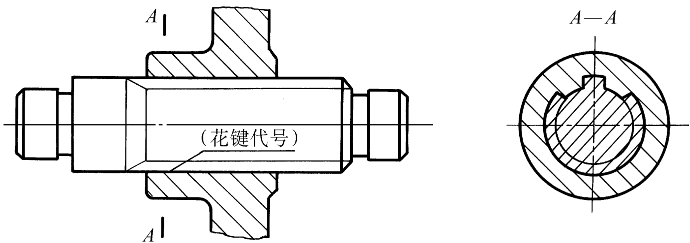


图 10-10

10.2.2 矩形花键的尺寸和公差

10.2.2.1 矩形花键的公称尺寸

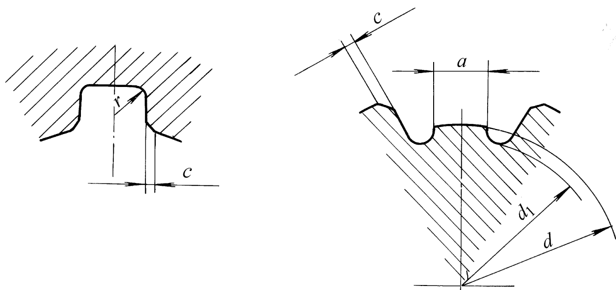
GB/T 1144—2001 规定矩形花键分为轻型和中型两个系列,其公称尺寸见表 10-17。

表 10-17 矩形花键公称尺寸系列

小径 d /mm	轻系列				中系列			
	规格 $N \times d \times D \times B$	键数 N	大径 D /mm	键宽 B /mm	规格 $N \times d \times D \times B$	键数 N	大径 D /mm	键宽 B /mm
11		6			6×11×14×3	6	14	3
13					6×13×16×3.5		16	3.5
16					6×16×20×4		20	4
18					6×18×22×5		22	5
21					6×21×25×5		25	5
23	6×23×26×6		26	6	6×23×28×6		28	6
26	6×26×30×6		30	6	6×26×32×6		32	6
28	6×28×32×7		32	7	6×28×34×7		34	7
32	8×32×36×6	8	36	6	8×32×38×6	8	38	6
36	8×36×40×7		40	7	8×36×42×7		42	7
42	8×42×46×8		46	8	8×42×48×8		48	8
46	8×46×50×9		50	9	8×46×54×9		54	9
52	8×52×58×10		58	10	8×52×60×10		60	10
56	8×56×62×10		62	10	8×56×65×10		65	10
62	8×62×68×12		68	12	8×62×72×12		72	12
72	10×72×78×12	10	78	12	10×72×82×12	10	82	12
82	10×82×88×12		88	12	10×82×92×12		92	12
92	10×92×98×14		98	14	10×92×102×14		102	14
102	10×102×108×16		108	16	10×102×112×16		112	16
112	10×112×120×18		120	18	10×112×125×18		125	18

10.2.2.2 矩形花键键槽的断面尺寸(表10-18)

表10-18 矩形花键键槽的断面尺寸 (单位:mm)



轻系列					中系列				
规格 $N \times d \times D \times B$	c	r	参考 d_{1min}	参考 a_{min}	规格 $N \times d \times D \times B$	c	r	参考 d_{1min}	参考 a_{min}
					6×11×14×3	0.2	0.1		
					6×13×16×3.5				
					6×16×20×4	0.3	0.2	14.4	1.0
					6×18×22×5			16.6	1.0
					6×21×25×5			19.5	2.0
6×23×26×6	0.2	0.1	22	3.5	6×23×28×6			21.2	1.2
6×26×30×6	0.3	0.2	24.5	3.8	6×26×32×6	0.4	0.3	23.6	1.2
6×28×32×7			26.6	4.0	6×28×34×7			25.8	1.4
8×32×36×6			30.3	2.7	8×32×38×6			29.4	1.0
8×36×40×7			34.4	3.5	8×36×42×7			33.4	1.0
8×42×46×8			40.5	5.0	8×42×48×8			39.4	2.5
8×46×50×9			44.6	5.7	8×46×54×9	0.5	0.4	42.6	1.4
8×52×58×10	0.4	0.3	49.6	4.8	8×52×60×10			48.6	2.5
8×56×62×10			53.5	6.5	8×56×65×10			52.0	2.5
8×62×68×12			59.7	7.3	8×62×72×12	0.6	0.5	57.7	2.4
10×72×78×12			69.6	5.4	10×72×82×12			67.4	1.0
10×82×88×12			79.3	8.5	10×82×92×12			77.0	2.9
10×92×98×14			89.6	9.9	10×92×102×14			87.3	4.5
10×102×108×16			99.6	11.3	10×102×112×16			97.7	6.2
10×112×120×18	0.5	0.4	108.8	10.5	10×112×125×18			106.2	4.1

注:d_1 和 a 值仅适用于展成法加工。

10.2.2.3 矩形花键的公差和配合

内花键和外花键的尺寸公差带一般按表10-19选取。

表 10-19　矩形花键的尺寸公差带

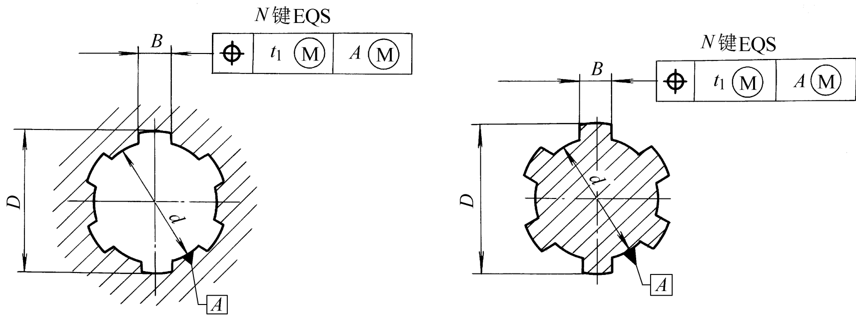
内花键				外花键			装配形式
小径 *d*	大径 *D*	键宽 *B* 拉削后不热处理	键宽 *B* 拉削后热处理	小径 *d*	大径 *D*	键宽 *B*	
一般用							
H7	H10	H9	H11	f7	a11	d10	滑动
				g7		f9	紧滑动
				h7		h10	固定
精密传动用							
H5	H10	H7、H9		f5	a11	d8	滑动
				g5		f7	紧滑动
				h5		h8	固定
H6				f6		d8	滑动
				g6		f7	紧滑动
				h6		d8	固定

注：1. 精密传动用的内花键，当需要控制键侧配合间隙时，槽宽可选用 H7，一般情况下可选用 H9。

2. *d* 为 H6 和 H7 的内花键，允许与提高一级的外花键配合。

10.2.2.4　矩形花键的几何公差（表 10-20）

表 10-20　矩形花键的几何公差　（单位：mm）



键槽宽或键宽 *B*		3	3.5 ~ 6	7 ~ 10	12 ~ 18
		t_1			
键槽宽		0.010	0.015	0.020	0.025
键宽	滑动、固定	0.010	0.015	0.020	0.025
	紧滑动	0.006	0.010	0.013	0.016

10.2.2.5　矩形花键表面粗糙度的标注

图 10-11 为矩形内花键表面粗糙度的标注示例。

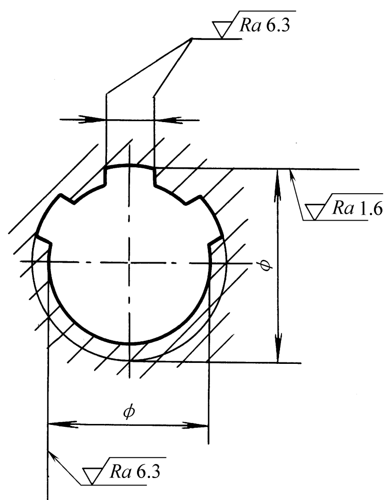


图 10-11

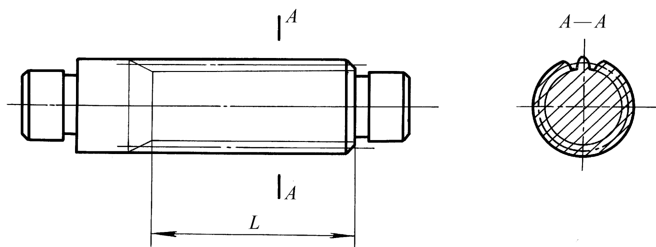


图 10-12

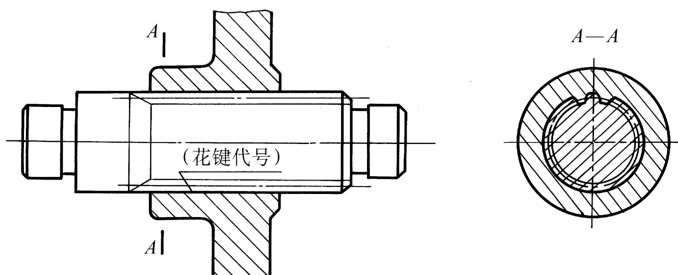


图 10-13

10.2.3 渐开线花键的画法及其标注

10.2.3.1 渐开线花键的画法

图 10-12 所示为渐开线花键,其中分度圆和分度线用细点画线画出(内、外花键相同),其他均与矩形花键的画法相同。

图 10-13 所示为渐开线花键的联结,其联结部分按外花键的画法画出。

10.2.3.2 渐开线花键的标注

(1) 渐开线花键按齿形角和齿根分为三种:30°平齿根(代号为 30P);30°圆齿根(代号为 30R);45°圆齿根(代号为 45)。

(2) 渐开线花键的公差等级。当压力角为 30°时,有 4、5、6、7 四个等级;当压力角为 45°时,有 6、7 两个等级。

(3) 齿侧配合的类别。当压力角为 30°时,有内花键 H,外花键 k、js、h、f、e 和 d;当压力角为 45°时,有内花键 H,外花键 k、h、f。

(4) 渐开线花键代号的标注示例:

EXT	24*Z*	×2.5*m*	×30R	×5h	GB/T 3478.1—2008
(外花键)	(齿数)	(模数)	(30°圆齿根)	(公差等级,配合类别)	
INT	24*Z*	×2.5*m*	×30R	×5H	GB/T 3478.1—2008
(内花键)	(齿数)	(模数)	(30°圆齿根)	(公差等级,配合类别)	
INT/EXT	24*Z*	×2.5*m*	×30R	×5H/5h	GB/T 3478.1—2008
(花键副)	(齿数)	(模数)	(30°圆齿根)	(公差等级,配合类别)	

(5) 渐开线齿侧表面粗糙度 *Rz* 的推荐值不大于 20μm,其标注方法如图 10-14 所示。

(6) 渐开线内花键小径 D_{ii}极限偏差和外花键大径 D_{ee}的公差见表 10-21。

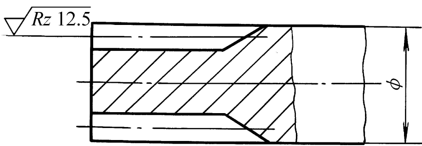


图　10-14

表 10-21　内花键小径 D_{ii} 极限偏差和外花键大径 D_{ee} 公差　　（单位：μm）

直径/mm（D_{ii} 和 D_{ee}）	内花键小径 D_{ii} 极限偏差			外花键大径 D_{ee} 公差		
	模数 m					
	0.25～0.75	1～1.75	2～10	0.25～0.75	1～1.75	2～10
	H10	H11	H12	IT10	IT11	IT12
≤6	+48 0			48		
>6～10	+58 0	+90 0		58		
>10～18	+70 0	+110 0	+180 0	70	110	
>18～30	+84 0	+130 0	+210 0	84	130	210
>30～50	+100 0	+160 0	+250 0	100	160	250
>50～80	+120 0	+190 0	+300 0	120	190	300
>80～120		+220 0	+350 0		220	350
>120～180		+250 0	+400 0		250	400
>180～250			+460 0			460
>250～315			+520 0			520
>315～400			+570 0			570
>400～500			+630 0			630
>500～630			+700 0			700
>630～800			+800 0			800
>800～1000			+900 0			900

注：若花键尺寸超出表中数值时，按 GB/T 1800.1—2009《极限与配合　基础　第 3 部分：标准公差和基本偏差　数值表》取值。

内花键大径 D_{ei} 和外花键小径 D_{ie} 的公差，从标准公差 IT12、IT13 或 IT14 中选取。

（7）其他参数可由 GB/T 3478.1—2008、GB/T 3478.2—2008 表中查出，并应将各参数列表于工作图中。

10.3　销

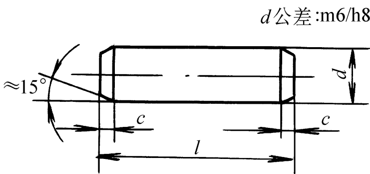
销主要起定位作用，也可用于联接和锁紧。销的主要类型、结构特点及应用图例见表 10-22。

表 10-22　销的主要类型、结构特点及应用图例

类型	标 记 示 例	结 构 特 点 及 用 途	应 用 图 例
圆柱销	普通圆柱销 d l 销　GB/T 119.1　8m6×30	主要用于定位，也用于联接	定位用
	内螺纹圆柱销 d l 销　GB/T 120.1　10×60	内螺纹为拆卸用	联接用
圆锥销	普通圆锥销 1:50 d l 销　GB/T 117　10×60	圆锥销上有一 1∶50 的锥度，其小头为公称直径 d。有 A 型（磨削）和 B 型（切削或冷镦）两种	定位用
	内螺纹圆锥销 d l 销　GB/T 118　B10×50	用于不穿通孔处。分 A、B 两种型号。A 型为磨削，B 型为切削或冷镦	联接用
销轴	d l 销　轴 GB/T 882　B10×50	常用于铰接处。分 A 型（无孔）和 B 型（有孔）两种	
开口销	l d 销　GB/T 91　5×50	用于锁紧其他零件	

10.3.1 圆柱销(表 10-23)

表 10-23 圆柱销(GB/T 119.1—2000) (单位:mm)



标记示例:

公称直径 $d=6$、公差为 m6、公称长度 $l=30$、材料为钢、不经淬火、不经表面处理的圆柱销

销 GB/T 119.1 6m6×30

d(公称)	0.6	0.8	1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5
c≈	0.12	0.16	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50	0.63	0.80
l	2~6	2~8	4~10	4~12	4~16	5~20	5~24	6~30	6~40	10~50
d(公称)	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
c≈	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.3	8.0
l	12~60	14~80	18~95	22~140	26~180	35~200	50~200	60~200	80~200	95~200
长度 l 的系列	2,3,4,5,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24,26,26,28,30,32,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,120,140,160,180,200									

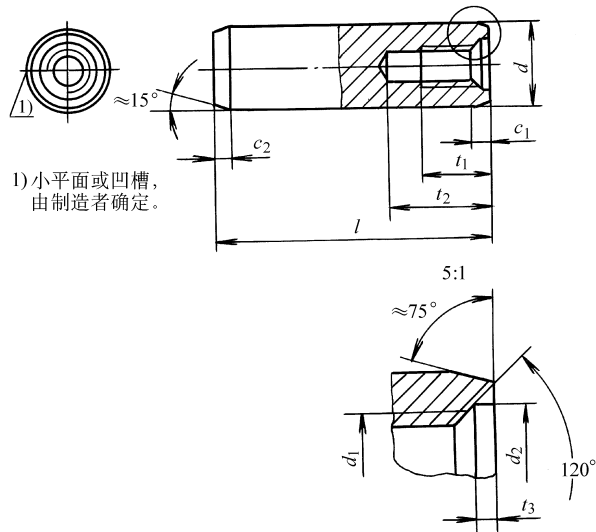
注:1. 销的材料为不淬硬钢和奥氏体不锈钢。

2. 公称长度大于 200mm,按 20mm 递增。

3. 表面粗糙度:公差为 m6 时,$Ra\leqslant0.8\mu m$;公差为 h8 时,$Ra\leqslant1.6\mu m$。

10.3.2 内螺纹圆柱销(表 10-24)

表 10-24 内螺纹圆柱销(GB/T 120.1—2000) (单位:mm)



标记示例:

公称直径 $d=6$、公差为 m6、公称长度 $l=30$、材料为钢、不经淬火、不经表面处理的内螺纹圆柱销

销 GB/T 120.1 6×30

（续）

d(公称)　m6	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
c_1 ≈	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	4	5	6.3
c_2 ≈	1.2	1.6	2	2.5	3	3.5	4	5	6.3	8
d_1	M4	M5	M6	M6	M8	M10	M16	M20	M20	M24
P(螺距)	0.7	0.8	1	1	1.25	1.5	2	2.5	2.5	3
d_2	4.3	5.3	6.4	6.4	8.4	10.5	17	21	21	25
t_1	6	8	10	12	16	18	24	30	30	36
t_2　min	10	12	16	20	25	28	35	40	40	50
t_3	1	1.2	1.2	1.2	1.5	1.5	2	2	2.5	2.5
l(公称)	16 ~ 60	18 ~ 80	22 ~ 100	24 ~ 120	32 ~ 160	40 ~ 200	50 ~ 200	60 ~ 200	80 ~ 200	100 ~ 200
长度 l 的系列	16,18,20,22,24,26,28,30,32,35,40,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,120,140,160,180,200									

注：1. 销的材料为不淬硬钢和奥氏体不锈钢。
2. 公称长度大于 200mm，按 20mm 递增。
3. 表面粗糙度：$Ra \leqslant 0.8\mu m$。

10.3.3　圆锥销(表 10-25)

表 10-25　圆锥销(GB/T 117—2000)　　(单位：mm)

A 型(磨削)：锥面表面粗糙度 $Ra = 0.8\mu m$

B 型(切削或冷镦)：锥面表面粗糙度 $Ra = 3.2\mu m$

1:50

d　$r_1 \approx d$　r_2　a　a　l

$$r_2 \approx \frac{a}{2} + d + \frac{(0.021)^2}{8a}$$

端面 $\sqrt{Ra\,6.3}$

标记示例：

公称直径 $d=6$、公称长度 $l=30$、材料为 35 钢、热处理硬度 28 ~ 38HRC、表面发蓝处理的 A 型圆锥销

销 GB/T 117　6 × 30

d(公称)　h10	0.6	0.8	1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5
a ≈	0.08	0.1	0.12	0.16	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.63
l(公称)	4 ~ 8	5 ~ 12	6 ~ 16	6 ~ 20	8 ~ 24	10 ~ 35	10 ~ 35	12 ~ 45	14 ~ 60	22 ~ 90
d(公称)　h10	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
a ≈	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	4	5	6.3
l(公称)	22 ~ 90	22 ~ 120	26 ~ 160	32 ~ 180	40 ~ 200	45 ~ 200	50 ~ 200	55 ~ 200	60 ~ 200	65 ~ 200
长度 l 的系列	2,3,4,5,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24,26,28,30,32,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,120,140,160,180,200									

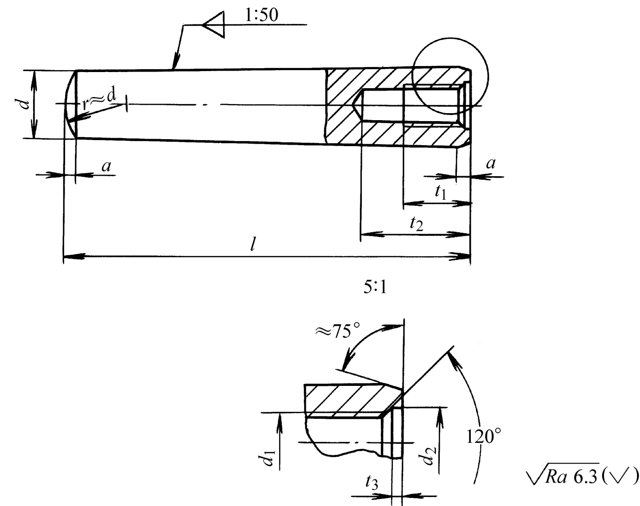
注：1. 销的材料为 35、45、Y12、Y15、30CrMnSiA，以及 12Cr13、20Cr13 等。
2. 公称长度大于 200mm，按 20mm 递增。

10.3.4 内螺纹圆锥销(表 10-26)

表 10-26 内螺纹圆锥销(GB/T 118—2000) (单位:mm)

A 型(磨削):锥面表面粗糙度 $Ra=0.8\mu m$

B 型(切削或冷镦):锥面表面粗糙度 $Ra=3.2\mu m$



标记示例:

公称直径 $d=6$、公称长度 $l=30$、材料为 35 钢、热处理硬度 28 ~ 38HRC、表面发蓝处理的 A 型内螺纹圆锥销

销 GB/T 118 6×30

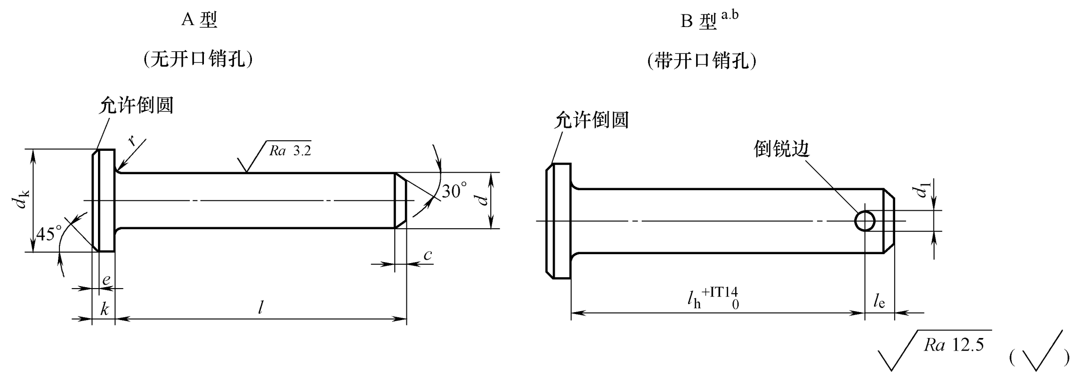
d(公称)	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
$a\approx$	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	4	5	6.3
d_1	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M20	M24
P(螺距)	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	2.5	3
d_2	4.3	5.3	6.4	8.4	10.5	13	17	21	21	25
t_1	6	8	10	12	16	18	24	30	30	36
t_{2min}	10	12	16	20	25	28	35	40	40	50
t_3	1	1.2	1.2	1.2	1.5	1.5	2	2	2.5	2.5
l(公称)	16 ~ 60	18 ~ 80	22 ~ 100	26 ~ 120	32 ~ 160	40 ~ 200	50 ~ 200	60 ~ 200	80 ~ 200	100 ~ 200
长度 l 的系列	16,18,22,24,26,28,30,32,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,120,140,160,180,200									

注:1. 销的材料为 35、45、Y12、Y15、30CrMnSiA,以及 12Cr13、20Cr13 等。

2. 公称长度大于 200mm,按 20mm 递增。

10.3.5 销轴(表 10-27)

表 10-27 销轴的尺寸(GB/T 882—2008) (单位:mm)



其余尺寸、角度和表面粗糙度值见 A 型

b 某些情况下,不能按 l-l_e 计算 l_h 尺寸,所需要的尺寸应在标记中注明,但不允许 l_h 尺寸小于表中规定的数值

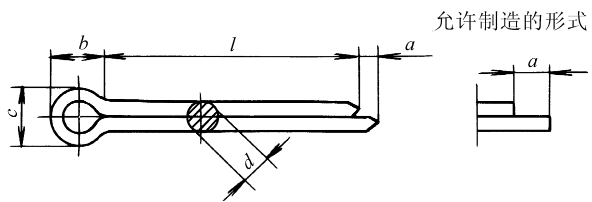
d	h11①	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
d_k	h14	5	6	8	10	14	18	20	22	25	28	30	33	36
d_1	H13②	0.8	1	1.2	1.6	2	3.2	3.2	4	4	5	5	5	6.3
c	max	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4
e	≈	0.5	0.5	1	1	1	1	1.6	1.6	1.6	1.6	2	2	2
k	js14	1	1	1.6	2	3	4	4	4	4.5	5	5	5.5	6
l_e	min	1.6	2.2	2.9	3.2	3.5	4.5	5.5	6	6	7	8	8	9
r		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1	1	1	1
d	h11①	27	30	33	36	40	45	50	55	60	70	80	90	100
d_k	h14	40	44	47	50	55	60	66	72	78	90	100	110	120
d_1	H13②	6.3	8	8	8	8	10	10	10	10	13	13	13	13
c	max	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
e	≈	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
k	js14	6	8	8	8	8	9	9	11	12	13	13	13	13
l_e	min	9	10	10	10	10	12	12	14	14	16	16	16	16
r		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

① 其他公差,如 a11、c11、f8 应由供需双方协议。

② 孔径 d_1 等于开口销的公称规格(见 GB/T 91)。

10.3.6 开口销(表 10-28)

表 10-28 开口销(GB/T 91—2000) (单位:mm)



标记示例:

公称规格为 5、公称长度 $l=50$、材料② 为 Q215、不经表面处理的开口销

销 GB/T 91 5×50

公称规格①		0.6	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3.2	4	5	6.3	8	10	13
d	min	0.4	0.6	0.8	0.9	1.3	1.7	2.1	2.7	3.5	4.4	5.7	7.3	9.3	12.1
	max	0.5	0.7	0.9	1	1.4	1.8	2.3	2.9	3.7	4.6	5.9	7.5	9.5	12.4
c	max	1	1.4	1.8	2	2.8	3.6	4.6	5.8	7.4	9.2	11.8	15	19	24.8
	min	0.9	1.2	1.6	1.7	2.4	3.2	4	5.1	6.5	8	10.3	13.1	16.6	21.7
$b\approx$		2	2.4	3	3	3.2	4	5	6.4	8	10	12.6	16	20	26
a_{max}		1.6			2.5				3.2	4				6.3	
l(公称)		4 ~ 12	5 ~ 16	6 ~ 20	8 ~ 25	8 ~ 32	10 ~ 40	12 ~ 50	14 ~ 63	18 ~ 80	22 ~ 100	32 ~ 125	40 ~ 160	45 ~ 200	71 ~ 250
长度 l 的系列		4,5,6,8,10,12,14,16,18,20,22,25,28,32,36,40,45,50,56,63,71,80,90,100,112,125,140,160,180,200,224,250,280													

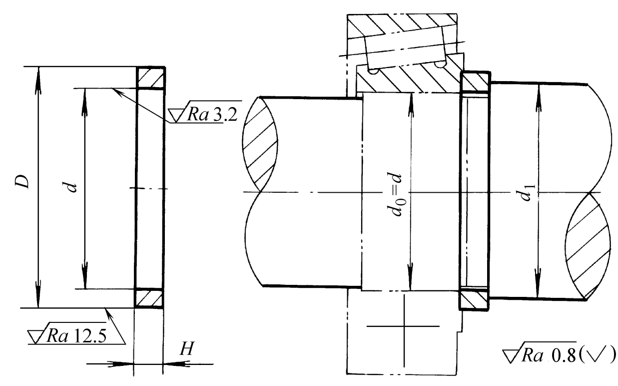
① 公称规格等于开口销孔的直径。

② 开口销的材料用 Q215、Q235、H63、12Cr17Ni7、06Cr18Ni11Ti。

10.4 挡圈

10.4.1 轴肩挡圈(表 10-29)

表 10-29 轴肩挡圈(GB/T 886—1986) (单位:mm)



标记示例:

$d=30$

$D=40$

材料:Q235

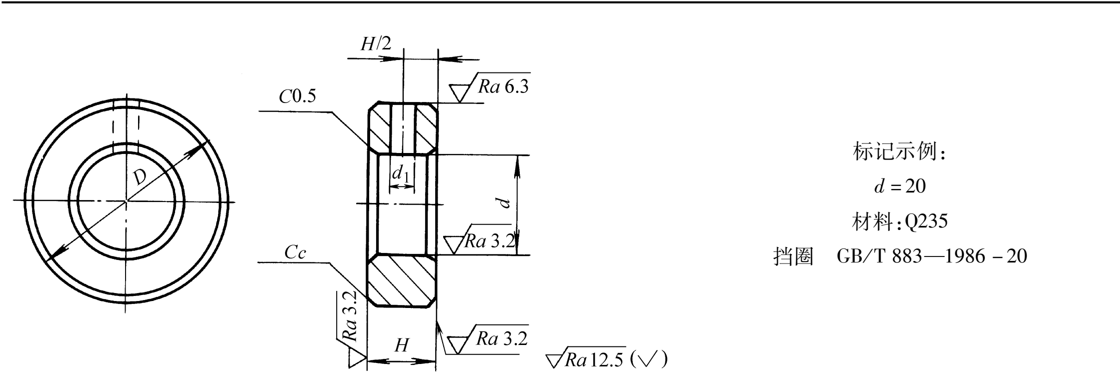
挡圈 GB/T 886—1986 - 30×40

（续）

公称直径 d		D			H				d_1
					公 称 尺 寸				
公称尺寸	极限偏差	轻	中轻推	重中推	轻	中轻推	重中推	极限偏差	≥
20	+0.13 0	—	27	30	—	4	5	0 -0.30	22
25		—	32	35	—	4	5		27
30		36	38	40	4		5		32
35		42	45	47	4		5		37
40	+0.16 0	47	50	52	4		5		42
45		52	55	58	4		5		47
50		58	60	65	4		5		52
55	+0.19 0	65	68	70	5		6		58
60		70	72	75	5		6		63
65		75	78	80	5		6		68
70		80	82	85	5		6		73
75		85	88	90	5		6		78
80		90	95	100	6		8		83

10.4.2 锥销锁紧挡圈（表 10-30）

表 10-30 锥销锁紧挡圈（GB/T 883—1986） （单位：mm）



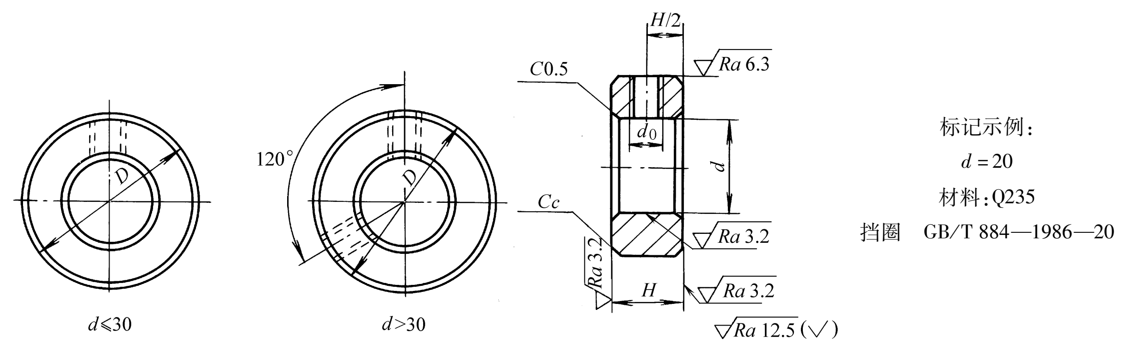
公称直径 d		H		D	d_1	c	圆锥销 GB/T 117（推荐）
公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差				
12	+0.043 0	10	0 -0.34	25	3	0.5	3×25
(13)		10					
14		12	0 -0.43	28	4		4×28
(15)		12		30			4×32
16		12					
(17)		12		32			
18		12					
(19)	+0.052 0	12		35			4×35
20		12					
22		12		38	5	1	5×40
25		14		42			5×45
28		14		45			
30		14		48	6		6×50
32	+0.062 0	14		52			6×55
35		16		56			
40		16		62			6×60
45		18		70			6×70
50		18		80	8		8×80
55	+0.074 0	18		85			8×90
60		20	0 -0.52	90			
65		20		95	10		10×100
70		20		100			
75		22		110			10×110
80		22		115			10×120

注：1. 尽可能不采用括号内的规格。

2. d_1 孔在加工时，只钻一面；在装配时钻透并铰孔。

10.4.3 螺钉锁紧挡圈(表 10-31)

表 10-31 螺钉锁紧挡圈(GB/T 884—1986) (单位:mm)

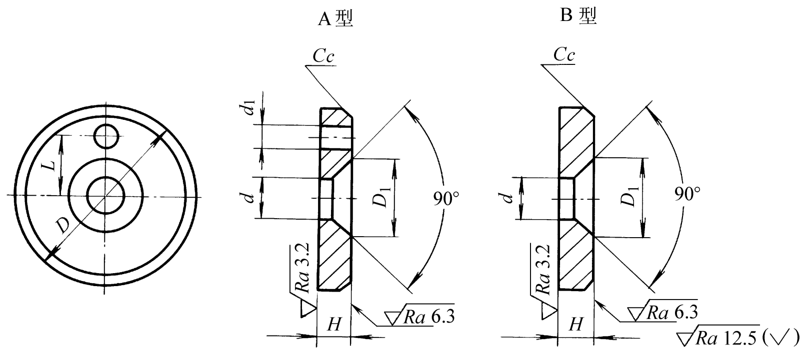


公称直径 d		H		D	d_0	c	螺钉 GB/T 71—1985(推荐)
公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差				
14	+0.043 0	12	0 −0.43	28	M6	1	M6×10
(15)		12		30			
16		12					
17		12		32			
18		12					
(19)	+0.052 0	12		35			
20		12					
22		12		38			
25		14		42	M8		M8×12
28		14		45			
30		14		48			
32	+0.062 0	14		52			
35		16		56	M10		M10×16
40		16		62			
45		18		70			
50		18		80			M10×20
55	+0.074 0	18		85			
60		20	0 −0.52	90			
65		20		95			
70		20		100			
75		22		110	M12		M12×25
80		22		115			

注:尽可能不采用括号内的规格。

10.4.4 螺钉紧固轴端挡圈(表 10-32)

表 10-32 螺钉紧固轴端挡圈(GB/T 891—1986) (单位:mm)



标记示例:
D=45
材料:Q235
挡圈 GB/T 891—1986—45
(若为 B 型,最后加“B”字)

轴径 ≤	公称直径 D	H 公称尺寸	H 极限偏差	L 公称尺寸	L 极限偏差	d	d_1	D_1	c	螺钉 GB/T 819—1985 (推荐)	圆柱销 GB/T 119—1986 (推荐)
14	20	4	0 −0.30	—	±0.11	5.5	2.1	11	0.5	M5×12	A2×10
16	22	4		—							
18	25	4		—							
20	28	4		7.5							
22	30	4		7.5							
25	32	5		10		6.6	3.2	13	1	M6×16	A3×12
28	35	5		10							
30	38	5		10							
32	40	5		12	±0.135						
35	45	5		12							
40	50	5		12							
45	55	6		16		9	4.2	17	1.5	M8×20	A4×14
50	60	6		16							
55	65	6		16							
60	70	6		20	±0.165						
65	75	6		20							
70	80	6		20							
75	90	8	0 −0.36	25		13	5.2	25	2	M12×25	A5×16
85	100	8		25							

注:当挡圈装在带螺纹孔的轴端时,紧固用螺钉允许加长。

10.4.5 弹性挡圈

弹性挡圈分孔用及轴用两种，每种又有 A、B 两型，现均介绍其 A 型。

1. 孔用弹性挡圈（A 型）（表 10-33）

表 10-33 孔用弹性挡圈（GB/T 893.1—1986） （单位：mm）

d_3—允许套入的最大轴径

标记示例：孔径 $d_0=50$，材料：65Mn

热处理 44～51HRC，表面发蓝处理

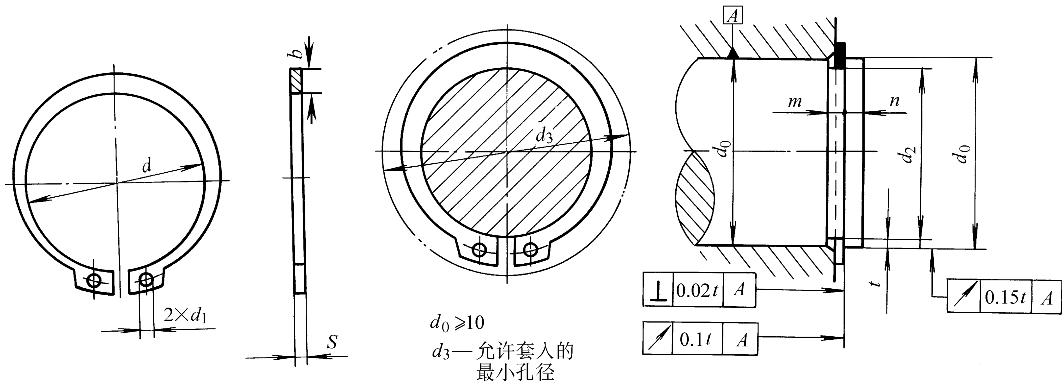
挡圈 GB/T 893.1—1986—50

（续）

孔径 d_0	挡圈						沟槽（推荐）					轴
	D		S		b	d_1	d_2		m		n	d_3
	公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差	≈		公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差	≥	≤
8	8.7	+0.36 −0.10	0.6	+0.04 −0.07	1	1	8.4	+0.09 0	0.7	+0.14 0	0.6	2
9	9.8				1.2		9.4					
10	10.8		0.8	+0.04 −0.10	1.7	1.5	10.4	+0.11 0	0.9			
11	11.8						11.4					3
12	13						12.5				0.9	4
13	14.1					1.7	13.6					
14	15.1		1	+0.05 −0.13	2.1		14.6		1.1			5
15	16.2						15.7				1.2	6
16	17.3						16.8					7
17	18.3	+0.42 −0.13					17.8					8
18	19.5						19	+0.13 0			1.5	9
19	20.5				2.5	2	20					10
20	21.5						21					
21	22.5						22					11
22	23.5						23					12
24	25.9	+0.42 −0.21	1.2				25.2	+0.21 0	1.3		1.8	13
25	26.9				2.8		26.2					14
26	27.9						27.2					15
28	30.1	+0.50 −0.25			3.2		29.4				2.1	17
30	32.1						31.4	+0.25 0				18
31	33.4					2.5	32.7				2.6	19
32	34.4						33.7					20
34	36.5		1.5	+0.06 −0.15	3.6		35.7		1.7			22
35	37.8						37				3	23
36	38.8						38					24
37	39.8						39					25
38	40.8						40					26
40	43.5	+0.90 −0.39			4		42.5				3.8	27
42	45.5						44.5					29
45	48.5				4.7		47.5					31
47	50.5	+1.10 −0.46					49.5					32
48	51.5						50.5	+0.30 0				33

2. 轴用弹性挡圈（A 型）（表 10-34）

表 10-34　轴用弹性挡圈(GB/T 894.1—1986)　　　　(单位:mm)



标记示例:

　　轴径 d_0 = 40,材料:65Mn

　　热处理 44 ~ 51HRC,表面发蓝处理

挡圈　GB/T 894.1—1986—40

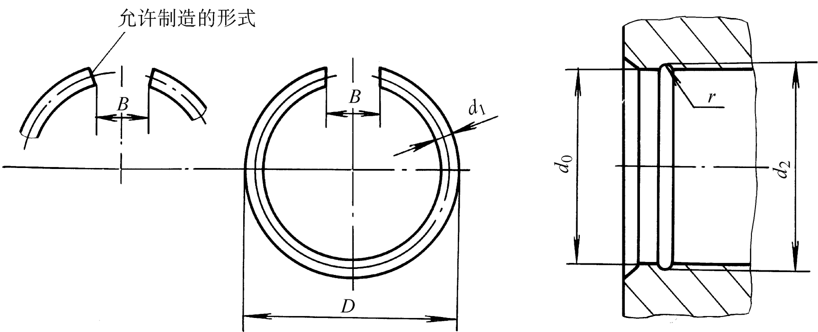
轴径 d_0	挡圈						沟槽(推荐)					孔 d_3 ≥
	d		S		b ≈	d_1	d_2		m		n ≥	
	公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差			公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差		
10	9.3	+0.10 -0.36	1	+0.05 -0.13	1.44	1.5	9.6	0 -0.058	1.1	+0.14 0	0.6	17.6
11	10.2				1.52		10.5	0 -0.11			0.8	18.6
12	11				1.72		11.5					19.6
13	11.9				1.88	1.7	12.4				0.9	20.8
14	12.9						13.4					22
15	13.8				2.00		14.3				1.1	23.2
16	14.7				2.32		15.2				1.2	24.4
17	15.7				2.48		16.2					25.6
18	16.5						17				1.5	27
19	17.5					2	18	0 -0.13				28
20	18.5	+0.13 -0.42			2.68		19					29
21	19.5						20					31
22	20.5						21					32
24	22.2	+0.21 -0.42	1.2	+0.05 -0.13	3.32	2	22.9	0 -0.21	1.3	+0.14 0	1.7	34
25	23.2						23.9					35
26	24.2						24.9					36
28	25.9				3.60		26.6				2.1	38.4
29	26.9				3.72		27.6					39.8
30	27.9						28.6					42
32	29.6				3.92	2.5	30.3	0 -0.25			2.6	44
34	31.5	+0.25 -0.50	1.5	+0.06 -0.15	4.32		32.3		1.7			46
35	32.2				4.52		33				3	48
36	33.2						34					49
37	34.2						35					50
38	35.2				5.0		36					51
40	36.5	+0.39 -0.90					37.5				3.8	53
42	38.5					3	39.5					56
45	41.5						42.5					59.4
48	44.5						45.5					62.8

10.4.6 钢丝挡圈

钢丝挡圈有孔用及轴用两种。

1. 孔用钢丝挡圈(表 10-35)

表 10-35 孔用钢丝挡圈(GB/T 895.1—1986) (单位:mm)

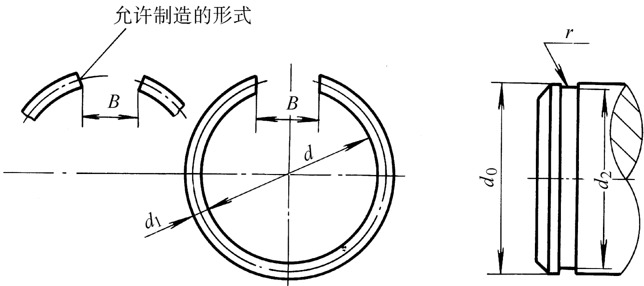


标记示例:
孔径 d_0 =40,材料:碳素弹簧钢丝
低温回火,表面发蓝处理
挡圈 GB/T 895.1—1986—40

<table>
<tr><th rowspan="3">轴径
d_0</th><th colspan="4">挡 圈</th><th colspan="3">沟 槽(推荐)</th></tr>
<tr><th colspan="2">D</th><th rowspan="2">d_1</th><th>B</th><th rowspan="2">r</th><th colspan="2">d_2</th></tr>
<tr><th>公称尺寸</th><th>极限偏差</th><th>≈</th><th>公称尺寸</th><th>极限偏差</th></tr>
<tr><td>7</td><td>8.0</td><td rowspan="2">+0.22
0</td><td rowspan="3">0.8</td><td rowspan="3">4</td><td rowspan="3">0.5</td><td>7.8</td><td rowspan="2">±0.045</td></tr>
<tr><td>8</td><td>9.0</td><td>8.8</td></tr>
<tr><td>10</td><td>11.0</td><td rowspan="4">+0.43
0</td><td>10.8</td><td rowspan="4">±0.055</td></tr>
<tr><td>12</td><td>13.5</td><td rowspan="2">1.0</td><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">0.6</td><td>13.0</td></tr>
<tr><td>14</td><td>15.5</td><td>15.0</td></tr>
<tr><td>16</td><td>18.0</td><td>1.6</td><td>8</td><td>0.9</td><td>17.6</td></tr>
<tr><td>18</td><td>20.0</td><td rowspan="6">+0.52
0</td><td>1.6</td><td>8</td><td>0.9</td><td>19.6</td><td>±0.065</td></tr>
<tr><td>20</td><td>22.5</td><td rowspan="7">2.0</td><td rowspan="7">10</td><td rowspan="7">1.1</td><td>22.0</td><td rowspan="6">±0.105</td></tr>
<tr><td>22</td><td>24.5</td><td>24.0</td></tr>
<tr><td>24</td><td>26.5</td><td>26.0</td></tr>
<tr><td>25</td><td>27.5</td><td>27.0</td></tr>
<tr><td>26</td><td>28.5</td><td>28.0</td></tr>
<tr><td>28</td><td>30.5</td><td rowspan="3">+0.62
0</td><td>30.0</td></tr>
<tr><td>30</td><td>32.5</td><td>32.0</td><td rowspan="7">±0.125</td></tr>
<tr><td>32</td><td>35.0</td><td rowspan="8">2.5</td><td rowspan="4">12</td><td rowspan="8">1.4</td><td>34.5</td></tr>
<tr><td>35</td><td>38.0</td><td rowspan="4">+1.00
0</td><td>37.6</td></tr>
<tr><td>38</td><td>41.0</td><td>40.6</td></tr>
<tr><td>40</td><td>43.0</td><td>42.6</td></tr>
<tr><td>42</td><td>45.0</td><td rowspan="4">16</td><td>44.5</td></tr>
<tr><td>45</td><td>48.0</td><td>47.5</td></tr>
<tr><td>48</td><td>51.0</td><td rowspan="2">+1.20
0</td><td>50.5</td><td rowspan="2">±0.150</td></tr>
<tr><td>50</td><td>53.0</td><td>52.5</td></tr>
</table>

2. 轴用钢丝挡圈(表 10-36)

表 10-36　轴用钢丝挡圈(GB/T 895.2—1986)　　(单位:mm)

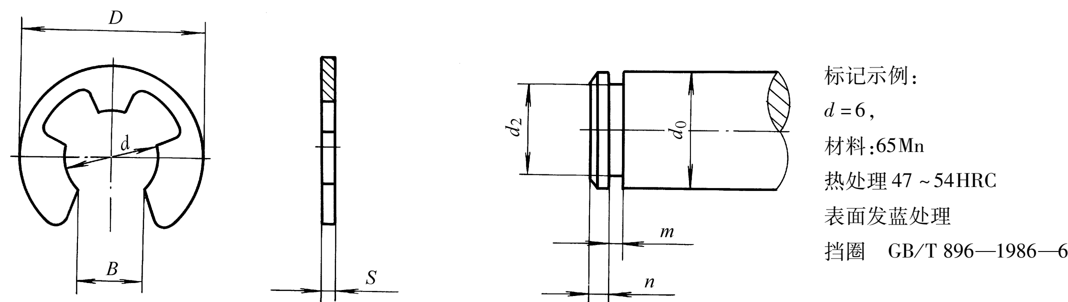


标记示例:
轴径 d_0 = 40,
材料:碳素弹簧钢丝
低温回火,表面发蓝处理
挡圈　GB/T 895.2—1986—40

轴径 d_0	挡圈				沟槽(推荐)		
	d		d_1	B ≈	r	d_2	
	公称尺寸	极限偏差				公称尺寸	极限偏差
4	3	0 −0.18	0.6	1	0.4	3.4	±0.037
5	4					4.4	
6	5					5.4	
7	6	0 −0.22	0.8	2	0.5	6.2	±0.045
8	7					7.2	
10	9					9.2	
12	10.5	0 −0.47	1.0	3	0.6	11.0	±0.055
14	12.5					13.0	
16	14.0		1.6		0.9	14.4	
18	16.0					16.4	
20	17.5		2.0		1.1	18.0	±0.09
22	19.5	0 −0.52				20.0	±0.105
24	21.5					22.0	
25	22.5					23.0	
26	23.5					24.0	
28	25.5					26.0	
30	27.5					28.0	
32	29.0		2.5	4	1.4	29.5	
35	32.0	0 −1.00				32.5	±0.125
38	35.0					35.5	
40	37.0					37.5	
42	39.0					39.5	
45	42.0					42.5	
48	45.0					45.5	
50	47.0					47.5	

10.4.7　开口挡圈(表 10-37)

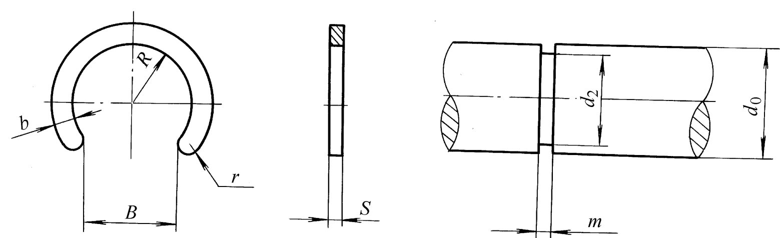
表 10-37　开口挡圈(GB/T 896—1986)　　(单位:mm)



挡圈							沟槽(推荐)					轴径 d_0
公称直径 d		B		S		D ≤	d_2		m		n ≥	
公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差		公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差		
1.2	0 −0.14	0.9	±0.08	0.3	+0.03 −0.06	3	1.2	+0.06 0	0.4	+0.14 0	1	>1.5 ~ 2
1.5		1.2	±0.125	0.4		4	1.5		0.5			>2 ~ 2.5
2		1.7				5	2				1.2	>2.5 ~ 3
2.5		2.2				6	2.5					>3 ~ 3.5
3		2.5		0.6	+0.04 −0.07	7	3		0.7			>3.5 ~ 4
3.5	0 −0.18	3				8	3.5	+0.075 0			1.5	>4 ~ 5
4		3.5	±0.15	0.8	+0.04 −0.10	9	4		0.9			>5 ~ 6
5		4.5				10	5					>6 ~ 7
6		5.5		1	+0.05 −0.13	12	6		1.1			>7 ~ 9
8	0 −0.22	7.5	±0.18			16	8	+0.09 0			1.8	>9 ~ 10
9		8				18	9				2	>10 ~ 13
12	0 −0.27	10.5	±0.215	1.2		24	12	+0.11 0	1.3		2.5	>13 ~ 16
15		13		1.5	+0.06 −0.15	30	15		1.6		3	>16 ~ 20

10.4.8 夹紧挡圈(表 10-38)

表 10-38 夹紧挡圈(GB/T 960—1986) (单位:mm)



标记示例:轴径 $d_0=6$,材料:Q235,热处理 47 ~ 54HRC,表面发蓝处理

挡圈 GB/T 960—1986—6

轴径 d_0	挡圈						沟槽(推荐)	
	B		R	b	S	r	d_2	m
	公称尺寸	极限偏差						
1.5	1.2	$^{+0.14}_{0}$	0.65	0.6	0.35	0.3	1	0.4
2	1.7		0.95		0.4		1.5	0.45
3	2.5		1.4	0.8	0.6	0.4	2.2	0.65
4	3.2	$^{+0.18}_{0}$	1.9	1		0.5	3	
5	4.3		2.5	1.2	0.8	0.6	3.8	0.85
6	5.6		3.2				4.8	1.05
8	7.7	$^{+0.22}_{0}$	4.5	1.6	1	0.8	6.6	
10	9.6		5.8				8.4	

10.5 弹簧

10.5.1 螺旋弹簧

根据 GB/T 23935—2009,普通圆柱螺旋弹簧分为三种形式:压缩弹簧、拉伸弹簧、扭转弹簧。

在 GB/T 4459.4—2003 中规定了螺旋弹簧的画法:

(1) 在平行于螺旋弹簧轴线投影面的视图中,其各圈的轮廓应画成直线。

(2) 螺旋弹簧均可画成右旋,对必须保证的旋向要求应在“技术要求”中注明。

(3) 有效圈数在四圈以上的螺旋弹簧中间部分可以省略。圆柱螺旋弹簧的中部省略后,允许适当缩短图形的长度,截锥涡卷弹簧中部省略后用细实线相连。

10.5.1.1 螺旋压缩弹簧

1. 螺旋压缩弹簧的代号及端部结构形式(表 10-39)

表 10-39 螺旋压缩弹簧的代号及端部结构形式(GB/T 23935—2009)

类型	代号	简图	端部结构形式
冷卷压缩弹簧(Y)	YⅠ		两端圈并紧并磨平 $n_2 = 1 \sim 2.5$ (n_2 为支承圈数)
	YⅡ		两端圈并紧不磨 $n_2 = 1.5 \sim 2$
	YⅢ		两端圈不并紧 $n_2 = 0 \sim 1$
热卷压缩弹簧(RY)	RYⅠ		两端圈并紧并磨平 $n_2 = 1.5 \sim 2.5$
	RYⅡ		两端圈制扁并紧磨平或不磨 $n_2 = 1.5 \sim 2.5$

2. 螺旋压缩弹簧的画法

螺旋压缩弹簧如要求两端并紧且磨平时,不论支承圈的圈数多少或末端贴紧情况如何,其视图、剖视图及示意图均按表 10-40 绘制。

表 10-40　螺旋压缩弹簧的画法（GB/T 4459.4—2003）

名称	视　图	剖 视 图	示 意 图
圆柱螺旋压缩弹簧			ϕ
			□
截锥螺旋压缩弹簧			

作图步骤举例如下：

已知圆柱螺旋压缩弹簧的钢丝直径 $d=6\text{mm}$，弹簧外径 $D=42\text{mm}$，节距 $t=12\text{mm}$，有效圈数 $n=6$，支承圈数 $n_0=2.5$，右旋，其作图步骤如图 10-15 所示。

（1）算出弹簧中径 $D_2=D-d$ 及自由高度 $H_0=nt+(n_0-0.5)d$，可画出长方形 *ABCD*（图 10-15a）。

（2）画出支承圈部分弹簧钢丝的断面（图 10-15b）。

（3）画出有效圈部分弹簧钢丝的断面（图 10-15c）。先在 *CD* 线上根据节距 t 画出圆 2 和 3；然后从 1、2 和 3、4 的中点作垂线与 *AB* 线相交，画圆 5 和圆 6。

（4）按右旋方向作相应圆的公切线及剖面线，即完成作图（图 10-15d）。

3. 圆柱螺旋压缩弹簧的标准尺寸系列（GB/T 1358—2009）（表 10-41 ~ 表 10-44）

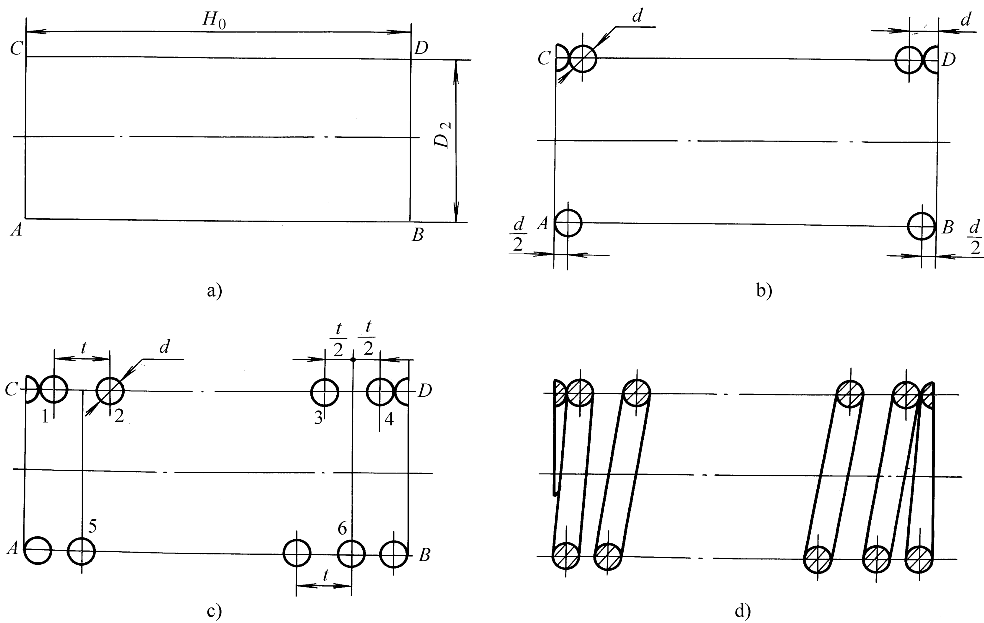


图 10-15

表 10-41 弹簧丝直径 d 系列 （单位：mm）

第一系列	第二系列
0.1 0.12 0.14 0.16 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1 1.2 1.6 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 6 8 10 12 16 20 25 30 35 40 45 50 60 70 80	0.08 0.09 0.18 0.22 0.28 0.32 0.55 0.65 1.4 1.8 2.2 2.8 3.2 5.5 6.5 7 9 11 14 18 22 28 32 38 42 55 65

注：优先采用第一系列。

表 10-42 弹簧中径 D_2 系列 （单位：mm）

0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	2.2	2.5	2.8	3
3.2	3.5	3.8	4	4.2	4.5	4.8	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9
10	12	14	16	18	20	22	25	28	30	32	38	42	45	48	50
52	55	58	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
125	130	135	140	145	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
260	270	280	290	300	320	340	360	380	400	450	500	550	600	650	700

表 10-43 压缩弹簧的有效圈数 n 系列

2	2.25	2.5	2.75	3	3.25	3.5	3.75	4	4.25	4.5	4.75
5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5
11.5	12.5	13.5	14.5	15	16	18	20	22	25	28	30

表 10-44 压缩弹簧自由高度 H_0 系列 （单位：mm）

4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	22	25
28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	52	55	58
60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
130	140	150	160	170	180	190	200	220	240	260	280	300
320	340	360	380	400	420	450	480	500	520	550	580	600
620	650	680	700	720	750	780	800	850	900	950	1000	

4. 螺旋压缩弹簧工作图图样示例（图 10-16）（GB/T 23935—2009）

其技术要求示例：

（1）端部形式：YI 型，两端圈并紧，每端磨 3/4 圈。

（2）总圈数：$n_1=7.5$ 圈。

（3）有效圈数：$n=5.5$ 圈。

（4）旋向：右旋。

（5）强化处理：喷丸强化和压并立定处理，喷丸强度应大于 0.3A，表面覆盖率应大于 90%。

（6）表面处理。

（7）制造技术条件按 JB/T 10591—2006 的规定。

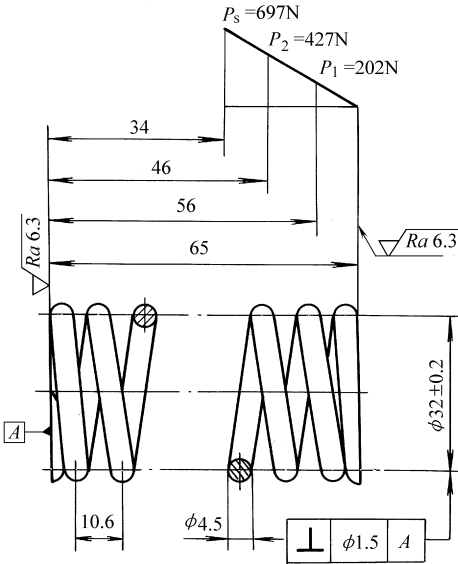


图 10-16

10.5.1.2 螺旋拉伸弹簧

1. 螺旋拉伸弹簧的代号及端部结构形式（表 10-45）

表 10-45 拉伸弹簧的代号及端部结构形式（GB/T 23935—2009）

类型	代号	简图	端部结构形式
冷卷拉伸弹簧（L）	LⅠ		半圆钩环
	LⅡ		圆钩环
	LⅢ		圆钩环压中心
	LⅣ		偏心圆钩环

（续）

类型	代号	简　图	端部结构形式
冷卷拉伸弹簧（L）	LⅤ		长臂半圆钩环
	LⅥ		长臂小圆钩环
	LⅦ		可调式拉簧
	LⅧ		两端具有可转钩环
热卷拉伸弹簧（RL）	RLⅠ		半圆钩环
	RLⅡ		圆钩环
	RLⅢ		圆钩环压中心

2. 螺旋拉伸弹簧的画法（表 10-46）

表 10-46　拉伸弹簧的画法（GB/T 4459. 4—2003）

名　称	圆　柱　螺　旋　拉　伸　弹　簧
视图	1
剖视图	
示意图	

3. 圆柱螺旋拉伸弹簧的标准尺寸系列

拉伸弹簧的簧丝直径 d、中径 D_2 与压缩弹簧相同（见表 10-41 及表 10-42），其有效圈数见表 10-47。

表 10-47　拉伸弹簧的有效圈数 *n*（GB/T 1358—2009）

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	25	28	30	35	40	45	50	55
60	65	70	80	90	100																						

4. 螺旋拉伸弹簧工作图图样示例（图 10-17）（GB/T 23935—2009）

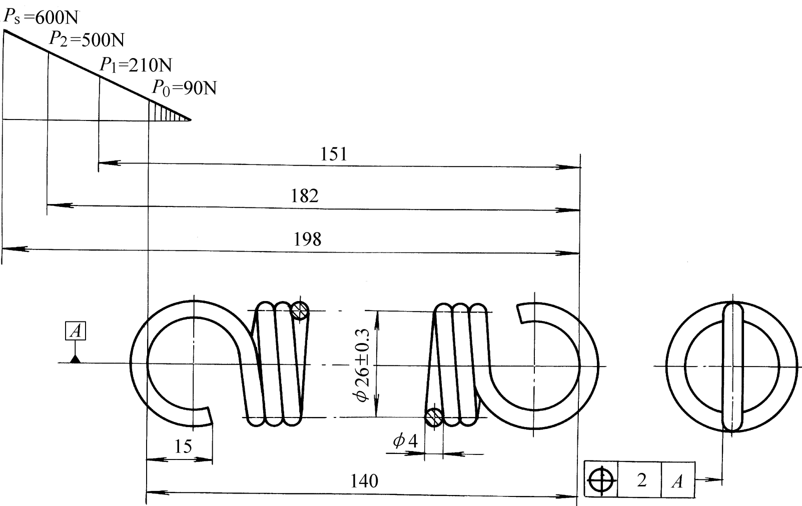


图　10-17

其技术要求示例：

（1）端部形式：LⅡ型，圆钩环。

（2）圈数：$n=23.5$ 圈。

（3）旋向：右旋。

（4）表面处理：发蓝。

（5）制造技术条件，按 GB/T 23935—2009，选用 2 级精度。

10.5.1.3 螺旋扭转弹簧

1. 代号及端部结构形式（表 10-48）

表 10-48 螺旋扭转弹簧代号及端部结构形式（GB/T 23935—2009）

代号	简图	端部结构形式
NⅠ		外臂扭转弹簧
NⅡ		内臂扭转弹簧
NⅢ		中心臂扭转弹簧
NⅣ		平列双扭弹簧
NⅤ		直臂扭转弹簧

（续）

代　号	简　　　图	端部结构形式
NⅥ		单臂弯曲扭转弹簧

注：弹簧结构形式推荐用外臂、内臂、直臂扭转形式。

弹簧端部扭臂结构形式可根据安装方法、安装条件而做成特殊形式。

2. 扭转弹簧的画法

螺旋扭转弹簧的视图、剖视图、示意图按表 10-49 的形式绘制。

表 10-49　扭转弹簧的画法（GB/T 4459.4—2003）

名　称	圆　柱　螺　旋　扭　转　弹　簧
视图	
剖视图	
示意图	

3. 扭转弹簧工作图图样示例（图 10-18）（GB/T 23935—2009）

其技术要求示例：

（1）材料：琴钢丝 G_1 组，直径 $d=1$mm。

（2）端部形式：NⅥ单臂弯曲扭转弹簧。

（3）圈数：$4\frac{1}{6}$圈。

（4）旋向：右旋。

（5）表面处理：防锈。

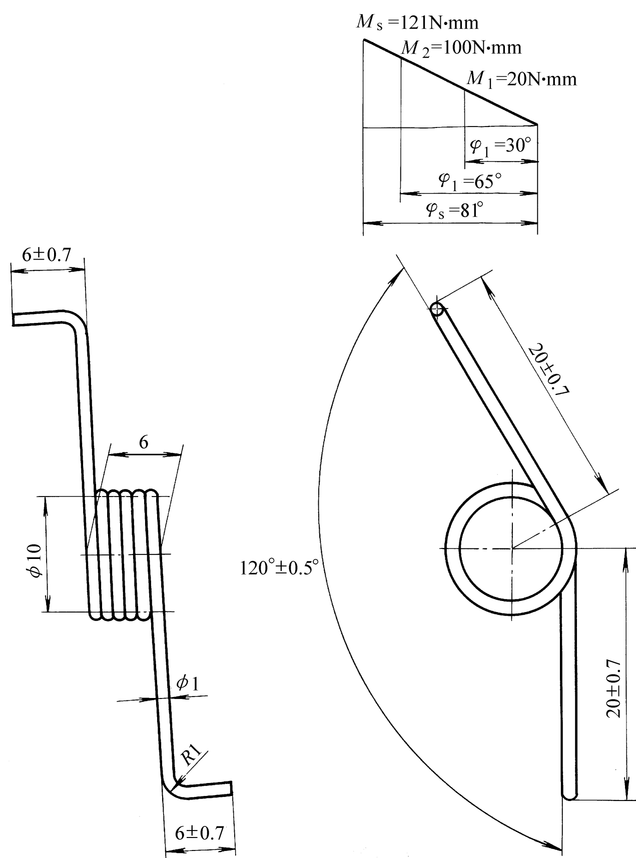


图　10-18

（6）制造技术条件：按 GB/T 23935 选用 2 级精度。

10. 5. 1. 4　截锥涡卷弹簧

截锥涡卷弹簧是用带材制成的截锥螺旋弹簧。当有效圈数为 4 圈以上时，中间部分可以省略，而用细实线相连。其画法见表 10-50。

表 10-50　截锥涡卷弹簧的画法（GB/T 4459. 4—2003）

名　称	视　　图	剖　视　图	示　意　图
截锥涡卷弹簧			

10. 5. 2　碟形弹簧

碟形弹簧是承受轴向负荷的碟状弹簧，可以单个使用，也可对合组合、叠合组合或复合组合成碟簧组使用，承受静负荷或变负荷。

1. 碟形弹簧的形式、参数及尺寸（GB/T 1972—2005）

（1）碟簧分为无支承面和有支承面两种形式，如图 10-19 所示。图 10-20 为对合碟形弹簧示例。

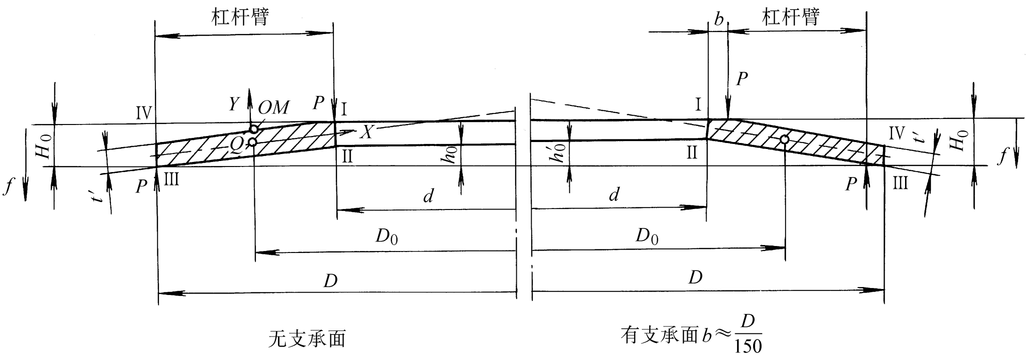


图 10-19

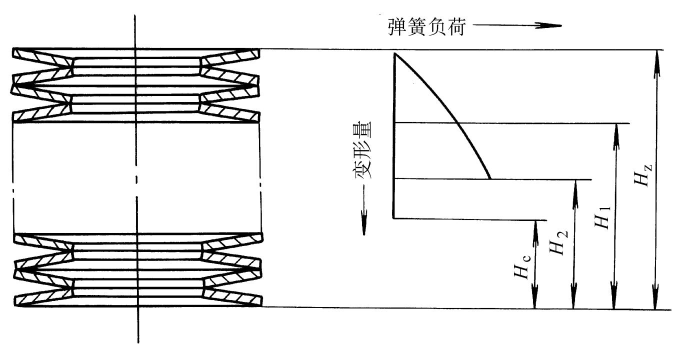


图 10-20

（2）碟簧参数名称和代号见表 10-51。

表 10-51 碟簧参数名称和代号（GB/T 1972—2005）

参 数 名 称	代 号	单 位
外径	D	mm
内径	d	
中性径	D_0	
厚度	t	
减薄碟簧厚度	t'	
单个碟簧的自由高度	H_0	
组合碟簧的自由高度	H_z	
无支承面碟簧压平时变形量的计算值（$h_0 = H_0 - t$）	h_0	
有支承面碟簧压平时变形量的计算值 $h_0' = H_0 - t'$	h_0'	
支承面宽度	b	mm
组合碟簧压平时的计算高度	H_c	

（续）

参 数 名 称	代 号	单 位
单个碟簧的负荷	P	N
压平时的碟簧负荷计算值	P_c	
与变形量 f_z 对应的组合碟簧负荷	P_z	
考虑摩擦时叠合碟簧负荷	P_R	
对应于碟簧变形量 f_1、f_2、f_3、…的负荷	P_1、P_2、P_3、…	
单个碟簧在 $f=0.75h_0$ 时的负荷	$P_{f=0.75h_0}$	
与碟簧负荷 P_1、P_2、P_3、…对应的碟簧高度	H_1、H_2、H_3、…	mm
单个碟簧的变形量	f	
对应于碟簧负荷 P_1、P_2、P_3、…的变形量	f_1、f_2、f_3、…	
不考虑摩擦力时叠合碟簧或对合碟簧的变形量	f_z	
负荷降低值（松弛）	ΔP	N
高度减少值（蠕变）	ΔH	mm
对合组合碟簧中单个碟簧片数或叠合碟簧组数	i	
叠合碟簧中单个碟簧片数	n	
弹簧刚度	P'	N/mm
弹簧变形能	U	
组合弹簧变形能	U_z	
直径比 $C=D/d$	C	
碟簧疲劳破坏时负荷循环作用次数	N	
摩擦系数	f_M、f_R	MPa
弹性模量	E	
泊松比	μ	
计算系数	K_1，K_2，K_3，K_4	
计算应力	σ	MPa
位置 OM、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ处的计算应力	σ_{OM}、$\sigma_{Ⅰ}$、$\sigma_{Ⅱ}$、$\sigma_{Ⅲ}$、$\sigma_{Ⅳ}$	MPa
变负荷作用时计算上限应力	σ_{max}	
变负荷作用时计算下限应力	σ_{min}	
变负荷工作时对应于工作行程的计算应力幅	σ_a	
疲劳强度上限应力	σ_{max}	
疲劳强度下限应力	σ_{min}	
疲劳强度应力幅	σ_{ra}	
重量	Q	kg

注：$D_0=\dfrac{D-d}{\ln\dfrac{D}{d}}$中性径指碟簧截面翻转点（中性点）所在圆直径。

（3）碟簧尺寸和参数根据 D/t 及 h_0/t 的比值不同，分为 A、B、C 三个系列，每一系列又按外径 D 的递增而分为三个类别，见表 10-52 ~ 表 10-54。

表 10-52　系列 A $\frac{D}{t}\approx18$；$\frac{h_0}{t}\approx0.4$；$E=206000$MPa，$\mu=0.3$　（单位：mm）

类别	D	d	$t(t')$①	h_0	H_0	P/N	f	H_0-f	σ_{OM}② /MPa	σ_{I}③或σ_{II} /MPa	Q/(kg /1000 件)
						$f\approx0.75h_0$					
1	8	4.2	0.4	0.2	0.6	210	0.15	0.45	-1200	1200*	0.114
	10	5.2	0.5	0.25	0.75	329	0.19	0.56	-1210	1240*	0.225
	12.5	6.2	0.7	0.3	1	673	0.23	0.77	-1280	1420*	0.508
	14	7.2	0.8	0.3	1.1	813	0.23	0.87	-1190	1340*	0.711
	16	8.2	0.9	0.35	1.25	1000	0.26	0.99	-1160	1290*	1.050
	18	9.2	1	0.4	1.4	1250	0.3	1.1	-1170	1300*	1.480
	20	10.2	1.1	0.45	1.55	1530	0.34	1.21	-1180	1300*	2.010
2	22.5	11.2	1.25	0.5	1.75	1950	0.38	1.37	-1170	1320*	2.940
	25	12.2	1.5	0.55	2.05	2910	0.41	1.64	-1210	1410*	4.400
	28	14.2	1.5	0.65	2.15	2850	0.49	1.66	-1180	1280*	5.390
	31.5	16.3	1.75	0.7	2.45	3900	0.53	1.92	-1190	1310*	7.840
	35.5	18.3	2	0.8	2.8	5190	0.6	2.2	-1210	1330*	11.40
	40	20.4	2.25	0.9	3.15	6540	0.68	2.47	-1210	1340*	16.40
	45	22.4	2.5	1	3.5	7720	0.75	2.75	-1150	1300*	23.50
	50	25.4	3	1.1	4.1	12000	0.83	3.27	-1250	1430*	34.30
	56	28.5	3	1.3	4.3	11400	0.98	3.32	-1180	1280*	43.00
	63	31	3.5	1.4	4.9	15000	1.05	3.85	-1140	1300*	64.90
	71	36	4	1.6	5.6	20500	1.2	4.4	-1200	-1330*	91.80
	80	41	5	1.7	6.7	33700	1.28	5.42	-1260	1460*	145.0
	90	46	5	2	7	31400	1.5	5.5	-1170	1300*	184.5
	100	51	6	2.2	8.2	48000	1.65	6.55	-1250	1420*	273.7
	112	57	6	2.5	8.5	43800	1.88	6.62	-1130	1240*	343.8
3	125	64	8(7.5)	2.6	10.6	85900	1.95	8.65	-1280	1330*	533.0
	140	72	8(7.5)	3.2	11.2	85300	2.4	8.8	-1260	1280*	666.6
	160	82	10(9.4)	3.5	13.5	139000	2.63	10.87	-1320	1340*	1094
	180	92	10(9.4)	4	14	125000	3	11	-1180	1200	1387
	200	102	12(11.25)	4.2	16.2	183000	3.15	13.05	-1210	1230*	2100
	225	112	12(11.25)	5	17	171000	3.75	13.25	-1120	1140	2640
	250	127	14(13.1)	5.6	19.6	249000	4.2	15.4	-1200	1220	3750

① 所给为碟簧厚度 t 的公称数值，在第 3 类碟簧中碟簧厚度减薄为 t'。

② σ_{OM}表示碟簧上表面 OM 点的计算应力（压应力）。

③ 所给为碟簧下表面的最大计算拉应力，有“*”号的数值是在位置Ⅱ处算出的最大计算拉应力，无“*”号的数值是在位置Ⅲ处算出的最大计算拉应力。

表 10-53　系列 B $\frac{D}{t}\approx28$；$\frac{h_0}{t}\approx0.75$；$E=206000\text{MPa}$；$\mu=0.3$　（单位：mm）

类别	D	d	t（t'）①	h_0	H_0	P/N	f	H_0-f	σ_{OM}②/MPa	σ_{I}③或σ_{II}/MPa	Q/（kg/1000 件）
						$f\approx0.75h_0$					
1	8	4. 2	0. 3	0. 25	0. 55	119	0. 19	0. 36	−1140	1330	0. 086
	10	5. 2	0. 4	0. 3	0. 7	213	0. 23	0. 47	−1170	1300	0. 180
	12. 5	6. 2	0. 5	0. 35	0. 85	291	0. 26	0. 59	−1000	1110	0. 363
	14	7. 2	0. 5	0. 4	0. 9	279	0. 3	0. 6	−970	1100	0. 444
	16	8. 2	0. 6	0. 45	1. 05	412	0. 34	0. 71	−1010	1120	0. 698
	18	9. 2	0. 7	0. 5	1. 2	572	0. 38	0. 82	−1040	1130	1. 030
	20	10. 2	0. 8	0. 55	1. 35	745	0. 41	0. 94	−1030	1110	1. 460
	22. 5	11. 2	0. 8	0. 65	1. 45	710	0. 49	0. 96	−962	1080	1. 880
	25	12. 2	0. 9	0. 7	1. 6	868	0. 53	1. 07	−938	1030	2. 640
	28	14. 2	1	0. 8	1. 8	1110	0. 6	1. 2	−961	1090	3. 590
2	31. 5	16. 3	1. 25	0. 9	2. 15	1920	0. 68	1. 47	−1090	1190	5. 600
	35. 5	18. 3	1. 25	1	2. 25	1700	0. 75	1. 5	−944	1070	7. 130
	40	20. 4	1. 5	1. 15	2. 65	2620	0. 86	1. 79	−1020	1130	10. 95
	45	22. 4	1. 75	1. 3	3. 05	3660	0. 98	2. 07	−1050	1150	16. 40
	50	25. 4	2	1. 4	3. 4	4760	1. 05	2. 35	−1060	1140	22. 90
	56	28. 5	2	1. 6	3. 6	4440	1. 2	2. 4	−963	1090	28. 70
	63	31	2. 5	1. 75	4. 25	7180	1. 31	2. 94	−1020	1090	46. 40
	71	36	2. 5	2	4. 5	6730	1. 5	3	−934	1060	57. 70
	80	41	3	2. 3	5. 3	10500	1. 73	3. 57	−1030	1140	87. 30
	90	46	3. 5	2. 5	6	14200	1. 88	4. 12	−1030	1120	129. 1
	100	51	3. 5	2. 8	6. 3	13100	2. 1	4. 2	−926	1050	159. 7
	112	57	4	3. 2	7. 2	17800	2. 4	4. 8	−963	1090	229. 2
	125	64	5	3. 5	8. 5	30000	2. 63	5. 87	−1060	1150	355. 4
	140	72	5	4	9	27900	3	6	−970	1110	444. 4
	160	82	6	4. 5	10. 5	41100	3. 38	7. 12	−1000	1110	698. 3
	180	92	6	5. 1	11. 1	37500	3. 83	7. 27	−895	1040	885. 4
3	200	102	8（7. 5）	5. 6	13. 6	76400	4. 2	9. 4	−1060	1250	1369
	225	112	8（7. 5）	6. 5	14. 5	70800	4. 88	9. 62	−951	1180	1761
	250	127	10（9. 4）	7	17	119000	5. 25	11. 75	−1050	1240	2687

①、②、③　同表 10-52。

表 10-54　系列 C $\frac{D}{t}\approx 40$；$\frac{h_0}{t}\approx 1.3$；$E=206000\text{MPa}$；$\mu=0.3$　（单位：mm）

类别	D	d	t（t'）①	h_0	H_0	P/N	f	H_0-f	σ_{OM}② /MPa	σ_{I}③或σ_{II} /MPa	Q/（kg/1000 件）
						$f\approx 0.75h_0$					
1	8	4.2	0.2	0.25	0.45	39	0.19	0.26	−762	1040	0.057
	10	5.2	0.25	0.3	0.55	58	0.23	0.32	−734	980	0.112
	12.5	6.2	0.35	0.45	0.8	152	0.34	0.46	−944	1280	0.251
	14	7.2	0.35	0.45	0.8	123	0.34	0.46	−769	1060	0.311
	16	8.2	0.4	0.5	0.9	155	0.38	0.52	−751	1020	0.466
	18	9.2	0.45	0.6	1.05	214	0.45	0.6	−789	1110	0.661
	20	10.2	0.5	0.65	1.15	254	0.49	0.66	−772	1070	0.912
	22.5	11.2	0.6	0.8	1.4	425	0.6	0.8	−883	1230	1.410
	25	12.2	0.7	0.9	1.6	601	0.68	0.92	−936	1270	2.060
	28	14.2	0.8	1	1.8	801	0.75	1.05	−961	1300	2.870
	31.5	16.3	0.8	1.05	1.85	687	0.79	1.06	−810	1130	3.580
	35.5	18.3	0.9	1.15	2.05	831	0.86	1.19	−779	1080	5.140
	40	20.4	1	1.3	2.3	1020	0.98	1.32	−772	1070	7.300
2	45	22.4	1.25	1.6	2.85	1890	1.2	1.65	−920	1250	11.70
	50	22.4	1.25	1.6	2.85	1550	1.2	1.65	−754	1040	14.30
	56	28.5	1.5	1.95	3.45	2620	1.46	1.99	−879	1220	21.50
	63	31	1.8	2.35	4.15	4240	1.76	2.39	−985	1350	33.40
	71	36	2	2.6	4.6	5140	1.95	2.65	−971	1340	46.20
	80	41	2.25	2.95	5.2	6610	2.21	2.99	−982	1370	65.50
	90	46	2.5	3.2	5.7	7680	2.4	3.3	−935	1290	92.20
	100	51	2.7	3.5	6.2	8610	2.63	3.57	−895	1240	123.2
	112	57	3	3.9	6.9	10500	2.93	3.97	−882	1220	171.9
	125	61	3.5	4.5	8	15100	3.38	4.62	−956	1320	248.9
	140	72	3.8	4.9	8.7	17200	3.68	5.02	−904	1250	337.7
	160	82	4.3	5.6	9.9	21800	4.2	5.7	−892	1240	500.4
	180	92	4.8	6.2	11	26400	4.65	6.35	−869	1200	708.4
	200	102	5.5	7	12.5	36100	5.25	7.25	−910	1250	1004
3	225	112	6.5（6.2）	7.1	13.6	44600	5.33	8.27	−840	1140	1456
	250	127	7（6.7）	7.8	14.8	50500	5.85	8.95	−814	1120	1915

①、②、③　同表 10-52。

（4）碟簧的标记示例：

一级精度，系列 A，外径 $D=100$mm 的第 2 类碟簧：碟簧 A100-1　GB/T 1972—2005。

二级精度，系列 B，外径 $D=100$mm 的第 2 类碟簧：碟簧 B100　GB/T 1972—2005。

2. 碟形弹簧的画法

GB/T 4459.4—2003 规定了碟形弹簧视图、剖视图、示意图的画法，见表 10-55。

表 10-55　碟形弹簧的画法

视　　图	剖　视　图	示　意　图

碟形弹簧的工作图示例（参考用，见图 10-21 和图 10-22）。

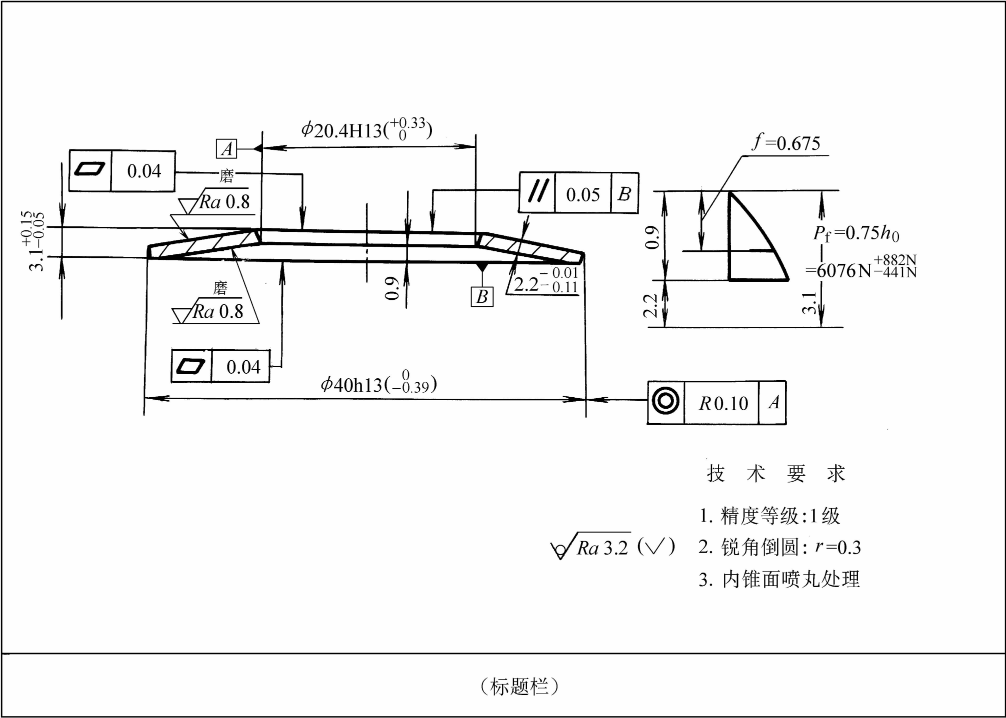


图　10-21

图 10-21 所示为无支承面碟形弹簧；图 10-22 所示为有支承面碟形弹簧。

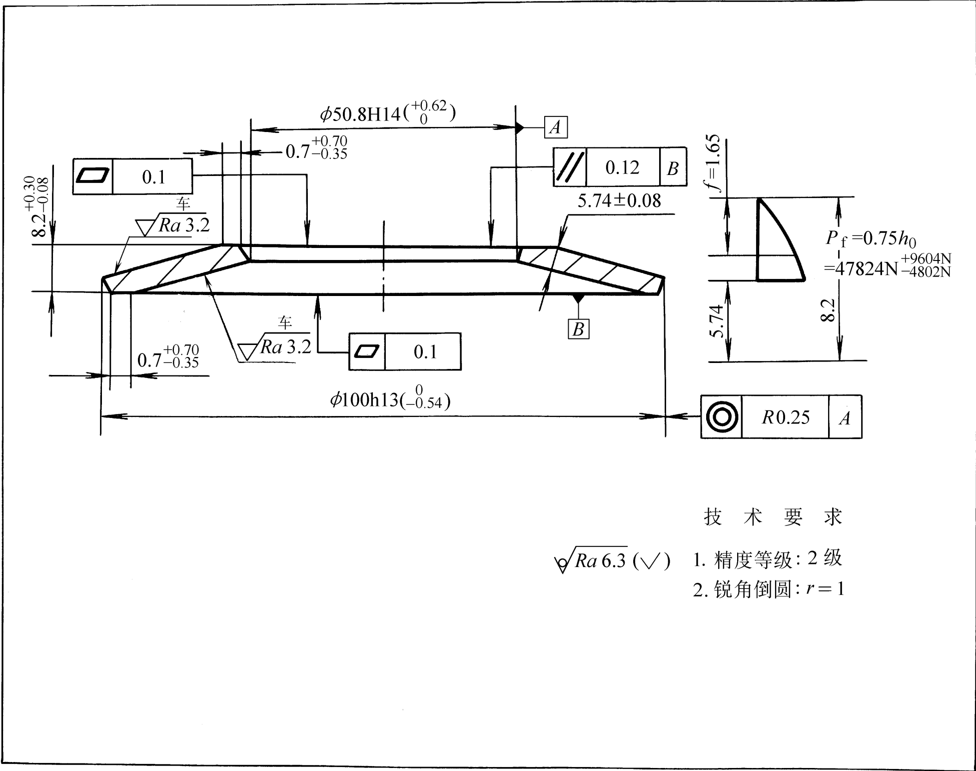


图 10-22

3. 碟形弹簧的技术条件（GB/T 1972—2005）

（1）内、外径的极限偏差：

内径 d：一级精度——H12；二级精度——H13。

外径 D：一级精度——h12；二级精度——h13。

（2）厚度及自由高度的极限偏差见表 10-56。

表 10-56 碟簧厚度及自由高度的极限偏差 （单位：mm）

类别	厚度 t（t'）		自由高度 H_0	
	公称尺寸	极限偏差 一、二级精度	厚度 t	极限偏差 一、二级精度
1	0. 2 ~ 0. 6	+0. 02 −0. 06	< 1. 25	+0. 10 −0. 05
	> 0. 6 ~ < 1. 25	+0. 03 −0. 09	1. 25 ~ 2	+0. 15 −0. 08
2	1. 25 ~ 3. 8	+0. 04 −0. 12	> 2 ~ 3	+0. 20 −0. 10
	> 3. 8 ~ 6	+0. 05 −0. 15	> 3 ~ 6	+0. 30 −0. 15
3	> 6 ~ 14	±0. 10	> 6 ~ 14	±0. 30

注：在保证负荷偏差的条件下，厚度极限偏差在制造中可作适当调整，但其公差带不得超出本表规定的范围。

（3）碟簧表面粗糙度按表 10-57 的规定。

表 10-57　碟簧的表面粗糙度　　（单位：μm）

类　别	基本制造方法	表面粗糙度 *Ra*	
		上、下表面	内、外圆
1	冷成形、边缘倒圆角	3. 2	12. 5
2	冷成形或热成形，切削内外圆或平面，边缘倒圆角	6. 3	6. 3
	精冲，边缘倒圆角	6. 3	3. 2
3	热成形，加工所有表面，边缘倒圆角	12. 5	12. 5

碟簧表面不允许有毛刺、裂纹、斑疤等缺陷。

（4）碟簧材料应采用 60Si2MnA 或 CrVA 带材、板材或锻造坯料制造。

（5）碟簧成形后，必须进行热处理，即淬火、回火处理。淬火次数不得超过两次。其硬度在 42 ~ 52HRC 范围内。

（6）碟簧应全部进行强压处理，强压处理后其自由高度尺寸及极限偏差应在规定范围之内。

（7）对用于承受变负荷的碟簧，其内锥面推荐进行表面强化处理，例如喷丸处理等。

10. 5. 3　平面涡卷弹簧

按 GB/T 4459. 4—2003，平面涡卷弹簧的图形如图 10-23 所示。

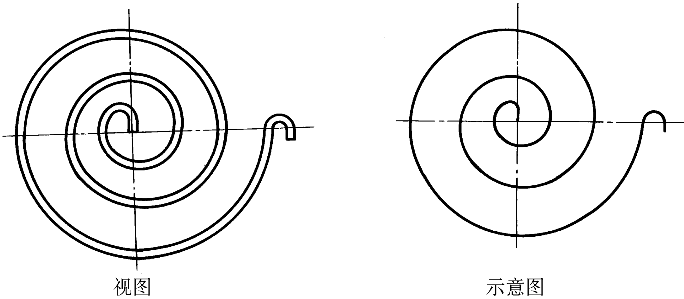


图　10-23

10. 5. 4　板弹簧、片弹簧

弓形板簧由多种零件组成，其画法如图 10-24 所示。

片弹簧的视图一般按自由状态下的形状绘制。

10. 5. 5　装配图中弹簧的画法

（1）被弹簧挡住的结构一般不画，可见部分应从弹簧的外轮廓线或从弹簧钢丝断面的

中心线画起（图 10-25）。

（2）弹簧型材的直径或厚度在图形上等于或小于 2mm 时，允许示意画出（图 10-26 ~ 图 10-30）。

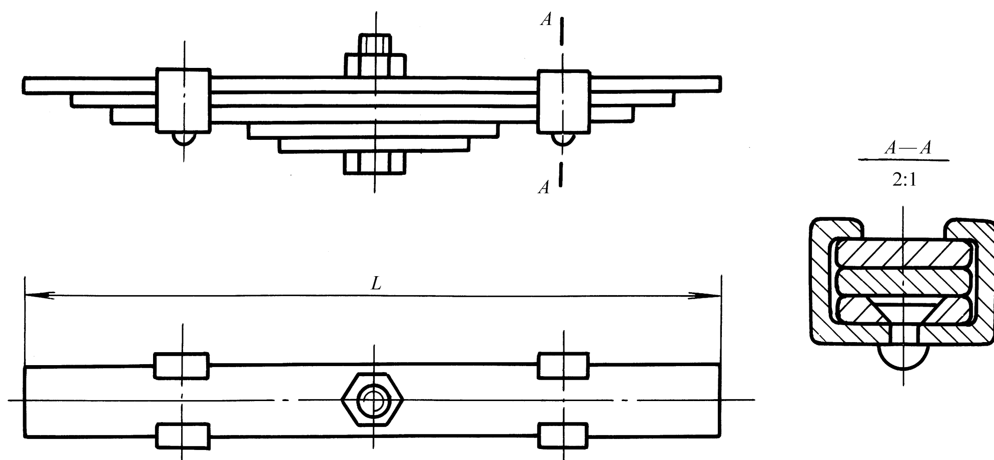


图 10-24

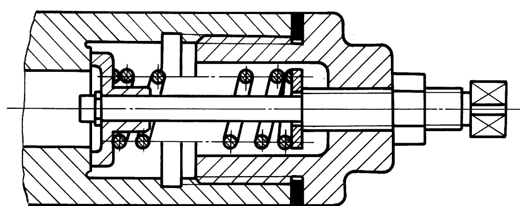


图 10-25

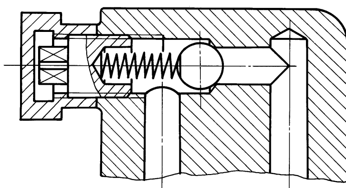


图 10-26

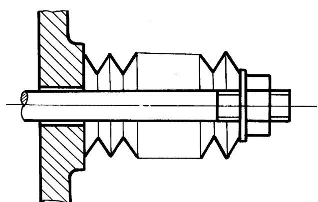


图 10-27

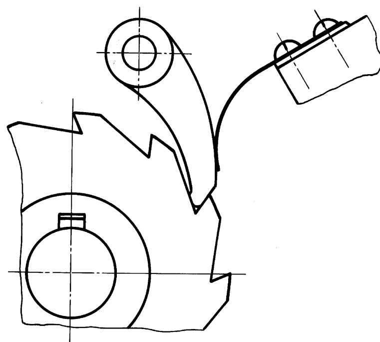


图 10-28

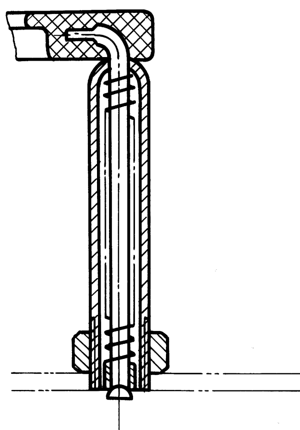


图 10-29

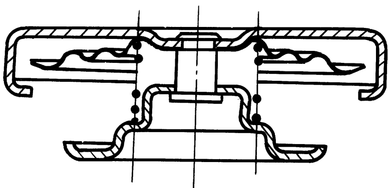


图 10-30

（3）四束以上的碟形弹簧中间部分省略后用细实线画出轮廓范围（图 10-27）。

（4）板弹簧允许仅画出外形轮廓（图 10-31）。

（5）平面涡卷弹簧的装配图画法如图 10-32 所示。

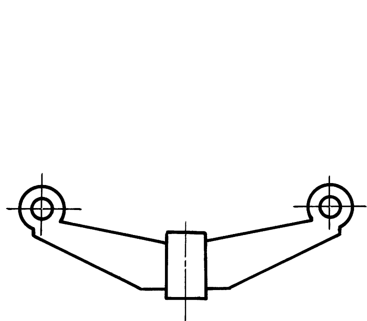


图 10-31

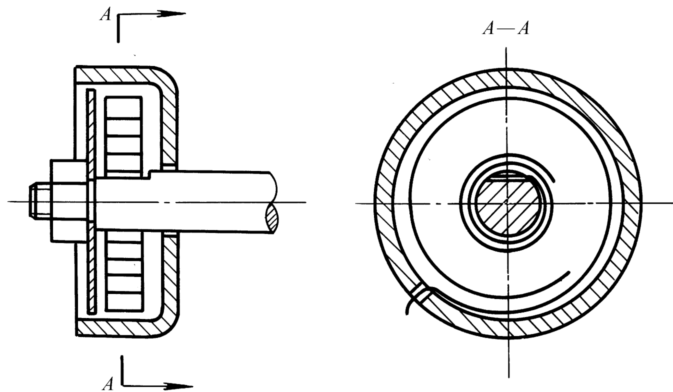


图 10-32

10.5.6 弹簧的术语及代号（表 10-58）

表 10-58 弹簧的术语及代号（GB/T 1805—2001）

序号	术语	代号	序号	术语	代号
1	工作负荷	P_1、P_2、… M_1、M_2、…	7	自由高度	H_0
2	工作极限负荷	P_j	8	工作高度	H_1、H_2、…
3	工作极限转矩	M_j	9	工作极限负荷下的高度	H_j
4	工作极限应力	τ_j	10	自由弧高	h_0
5	工作变形量	F_1、F_2、…	11	工作扭转角	φ_1、φ_2、…
6	工作极限负荷下变形量	F_j	12	工作极限扭转角	φ_j

（续）

序　号	术　　语	代　号	序　号	术　　语	代　号
13	弹簧刚度	P'、M'	18	弹簧外径	D
14	初拉力	P_0	19	弹簧内径	D_1
15	有效圈数	n	20	弹簧中径	D_2
16	总圈数	n_1	21	节距	t
17	支承圈数	n_2	22	间距	δ

第 11 章　传　动　轮

11.1　圆柱齿轮

11.1.1　渐开线圆柱齿轮模数系列（表 11-1）

表 11-1　渐开线齿轮模数（m）（摘录）系列（GB/T 1357—2008）　（单位：mm）

第一系列	1	1.25	1.5		2		2.5		3				4
第二系列				1.75		2.25		2.75		(3.25)	3.5	(3.75)	
第一系列		5		6			8		10		12		16
第二系列	4.5		5.5		(6.5)	7		9		(11)		14	
第一系列		20		25			32		40		50		
第二系列	18		22	28				36		45			

注：1. 对斜齿轮是指法向模数。

2. 应优先采用第一系列，括号内的模数尽量不用。

11.1.2　渐开线圆柱齿轮的参数及计算公式（表 11-2）

表 11-2　渐开线圆柱齿轮的参数及计算公式

项　　目	代　号	计　算　公　式	
		直　　齿	斜　　齿
分度圆直径	d	$d = mz$	$d = m_n z/\cos\beta$
齿　顶　高	h_a	$h_a = h_a^* m$	$h_a = h_a^* m_n$
齿　根　高	h_f	$h_f = (h_a^* + c^*)\ m$	$h_f = (h_a^* + c^*)\ m_n$
齿　　　高	h	$h = h_a + h_f$	$h = h_a + h_f$
齿顶圆直径	d_a	$d_a = d + 2h_a$	$d_a = d + 2h_a$
齿根圆直径	d_f	$d_f = d - 2h_f$	$d_f = d - 2h_f$
中　心　距	a	$a = \frac{1}{2}(d_1 + d_2)$	$a = \frac{1}{2}(d_1 + d_2)$
齿　形　角	α	我国标准值取 $\alpha = 20°$	

注：m 为模数；h_a^* 为齿顶高系数，标准值取 $h_a^* = 1$；c^* 为顶隙系数，标准值取 $c^* = 0.25$；z 为齿数；β 为螺旋角；m_n 为法向模数。

11.1.3　圆柱齿轮的画法

1. 单个圆柱齿轮的画法（图 11-1）

（1）齿顶圆和齿顶线用粗实线绘制。

（2）分度圆和分度线用细点画线绘制。

（3）齿根圆和齿根线用细实线绘制，也可省略不画。

（4）在剖视图中，沿轴线剖切时，轮齿规定不剖，齿根线用粗实线绘制（图 11-1a）。

（5）对于斜齿轮和人字齿轮等，可用三条细实线表示齿线的方向（图 11-1b）。

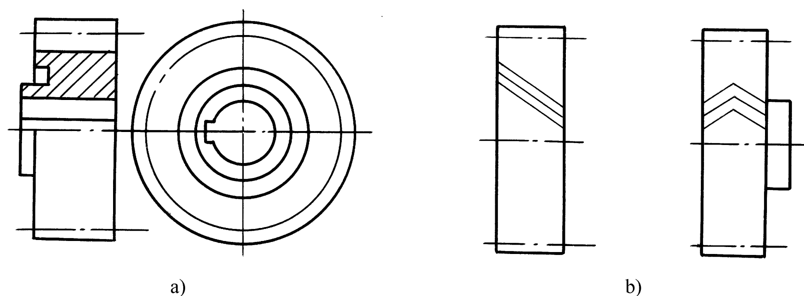


图　11-1

2. 啮合圆柱齿轮的画法（图 11-2、图 11-3）

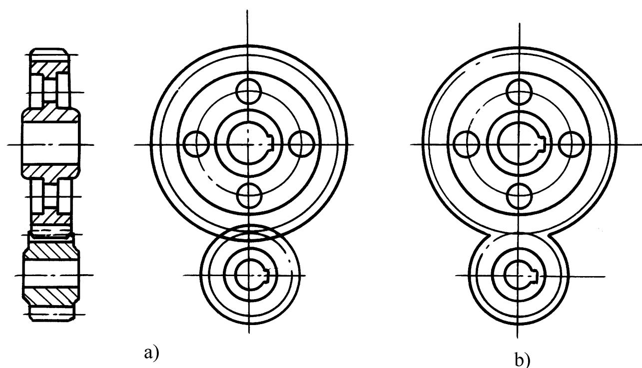


图　11-2

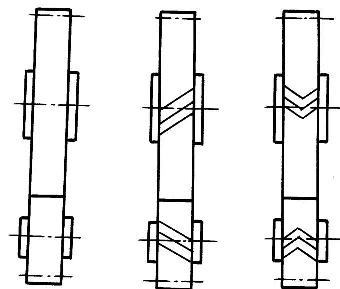


图　11-3

（1）在剖视图中，当剖切平面通过两啮合齿轮的轴线时，在啮合区内，将一个齿轮的轮齿用粗实线绘制，另一个齿轮的轮齿被遮挡部分用虚线绘制（图 11-2a），也可省略不画。

（2）在轴向视图中，两个齿轮啮合区的顶圆可以省略不画（图 11-2b）。

（3）在外形视图中，啮合区的节线以粗实线绘制（图 11-3）。

圆柱齿轮内啮合的画法如图 11-4 所示。

3. 圆弧齿轮的画法（图 11-5、图 11-6）

对于圆弧齿轮，无论是单个齿轮还是啮合齿轮，均需画出若干个齿形。

4. 单个渐开线齿形的近似画法

单个渐开线齿形的近似画法见图 11-7。

5. 齿条的画法

一般在正面视图中画出几个齿形。如果齿条上有齿的部分为一定长度，则在相应的俯视图中用粗实线表明有齿部分的起止点（图 11-8）。

图 11-9 为齿轮与齿条啮合的画法。

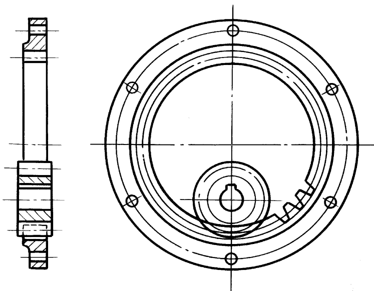


图 11-4

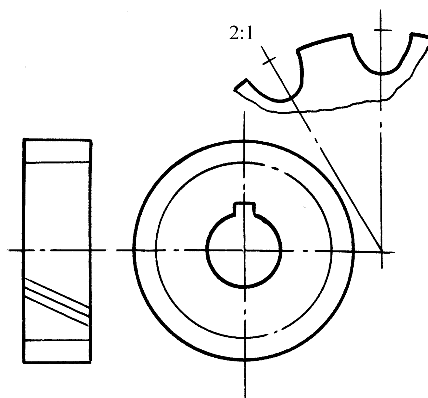


图 11-5

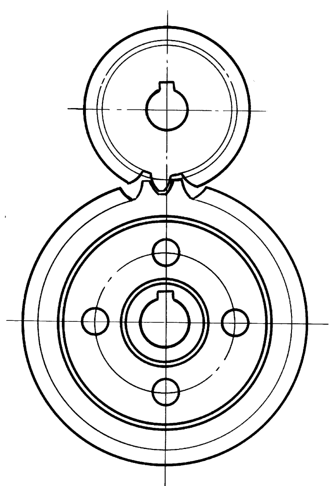


图 11-6

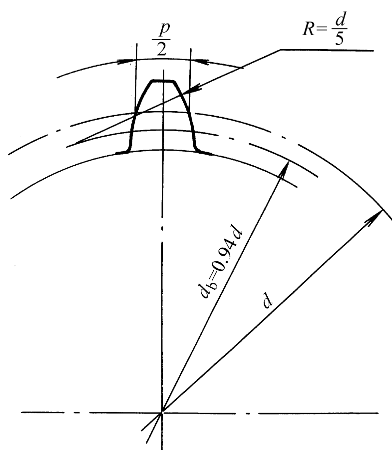


图 11-7

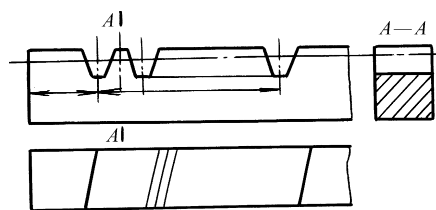


图 11-8

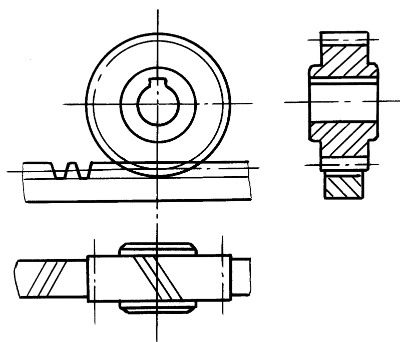


图 11-9

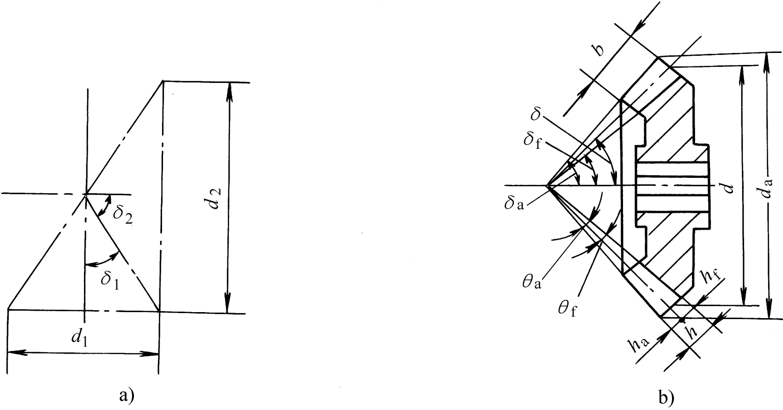
11.2　锥齿轮

11.2.1　锥齿轮模数（表 11-3）

表 11-3　锥齿轮大端端面模数（GB/T 12368—1990）　　（单位：mm）

1	1.125	1.25	1.375	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3
3.25	3.5	3.75	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	8
9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28
30	32	36	40	45	50					

11.2.2　渐开线锥齿轮的参数及计算公式（图 11-10、表 11-4）



a)　　b)

图　11-10

表 11-4　渐开线锥齿轮的参数及计算公式

项　　目	代　号	计　　算　　公　　式
模数	m	以大端模数为标准模数
齿数	z	
齿形角	α	$\alpha=20°$
分度圆直径	d	$d_1=mz_1$　$d_2=mz_2$
齿顶高	h_a	$h_a=m$
齿根高	h_f	$h_f=1.2m$
齿高	h	$h=h_a+h_f$
齿顶圆直径	d_a	$d_a=m\ (z+2\cos\delta)$
齿根圆直径	d_f	$d_f=m\ (z-2.4\cos\delta)$
分锥角	δ	$\tan\delta_1=\frac{z_1}{z_2}$　$\delta_2=90°-\delta_1$
齿宽	b	
齿顶角	θ_a	
齿根角	θ_f	
顶锥角	δ_a	$\delta_a=\delta+\theta_a$
根锥角	δ_f	$\delta_f=\delta-\theta_f$

注：本表按两齿轮轴线的夹角 $\delta=90°$ 计算。

11.2.3　锥齿轮的画法

1. 单个锥齿轮的画法（图 11-11）

应注意在轴向视图中，轮齿部分只需画出大端的齿顶圆及分度圆。

画图时，首先根据模数 m、齿数 z_1 及其配对齿轮齿数 z_2 计算分锥角 δ 及其他参数，画出轮齿部分，然后再按结构尺寸画出整个齿轮。

2. 锥齿轮的啮合画法

啮合画法见图 11-12、图 11-13，画图步骤见图 11-14。

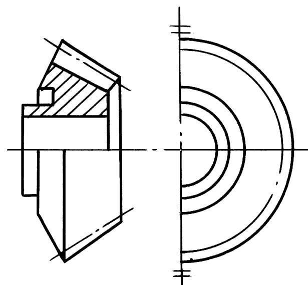


图　11-11

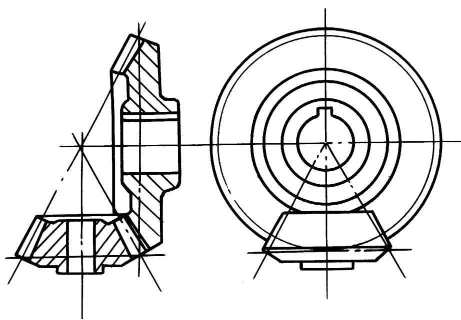


图　11-12

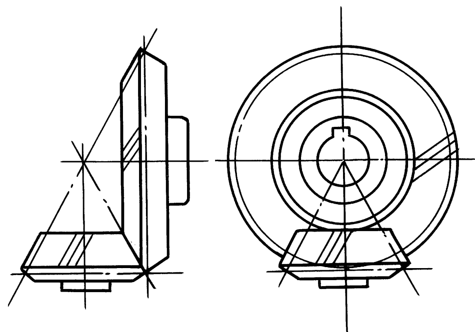


图　11-13

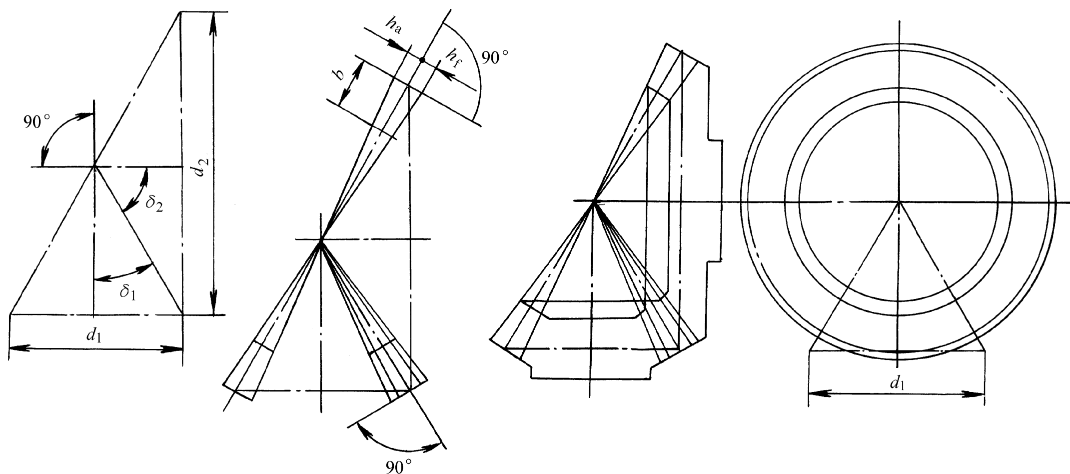


图　11-14

11.3　圆柱蜗杆、蜗轮

11.3.1　蜗杆、蜗轮的模数及蜗杆直径（GB/T 10088—1988）（表 11-5 ~ 表 11-7）

表 11-5　模数（m）值　（单位：mm）

第一系列	第二系列	第一系列	第二系列	第一系列	第二系列
0. 1	—	1. 25	—	6. 3	—
0. 12	—	—	1. 5	—	7
0. 16	—	1. 6	—	8	—
0. 2	—	2	—	10	—
0. 25	—	2. 5	—	—	12
0. 3	—	—	3	12. 5	—
0. 4	—	3. 15	—	—	14
0. 5	—	—	3. 5	16	—
0. 6	—	4	—	20	—
—	0. 7	—	4. 5	25	—
0. 8	—	5	—	31. 5	—
—	0. 9	—	5. 5	40	—
1	—	—	6		

注：应优先采用第一系列。

表 11-6　蜗杆分度圆直径（d_1）值　（单位：mm）

第一系列	第二系列	第一系列	第二系列	第一系列	第二系列
4	—	28	—	—	106
4. 5	—	—	30	112	—
5	—	31. 5	—	—	118
5. 6	—	35. 5	—	125	—
—	6	—	38	—	132
6. 3	—	40	—	140	—
7. 1	—	45	—	—	144
—	7. 5	—	48	160	—
8	—	50	—	—	170
—	8. 5	—	53	180	—
9	—	56	—	—	190
10	—	—	60	200	—
11. 2	—	63	—	224	—
12. 5	—	—	67	250	—
14	—	71	—	280	—
—	15	—	75	—	300
16	—	80	—	315	—
18	—	—	85	355	—
20	—	90	—	400	—
22. 4	—	—	95		
25	—	100	—		

注：应优先采用第一系列。

表 11-7　模数与直径系数

模数 *m* /mm	直径系数 *q*
1	18
1.25	16 17.92
1.6	12.5 17.5
2	9 11.2 14 17.75
2.5	8.96 11.2 14.2 18
3.15	8.889 11.27 14.286 17.778

模数 *m* /mm	直径系数 *q*
4	7.875 10 12.5 17.75
5	8 10 12.6 18
6.3	7.936 10 12.698 17.778
8	7.875 10 12.5 17.5
10	7.1 9

模数 *m* /mm	直径系数 *q*
10	11.2 16
12.5	7.2 8.96 11.2 16
16	7 8.75 11.25 15.625
20	7 8 11.2 15.75
25	7.2 8 11.2 16

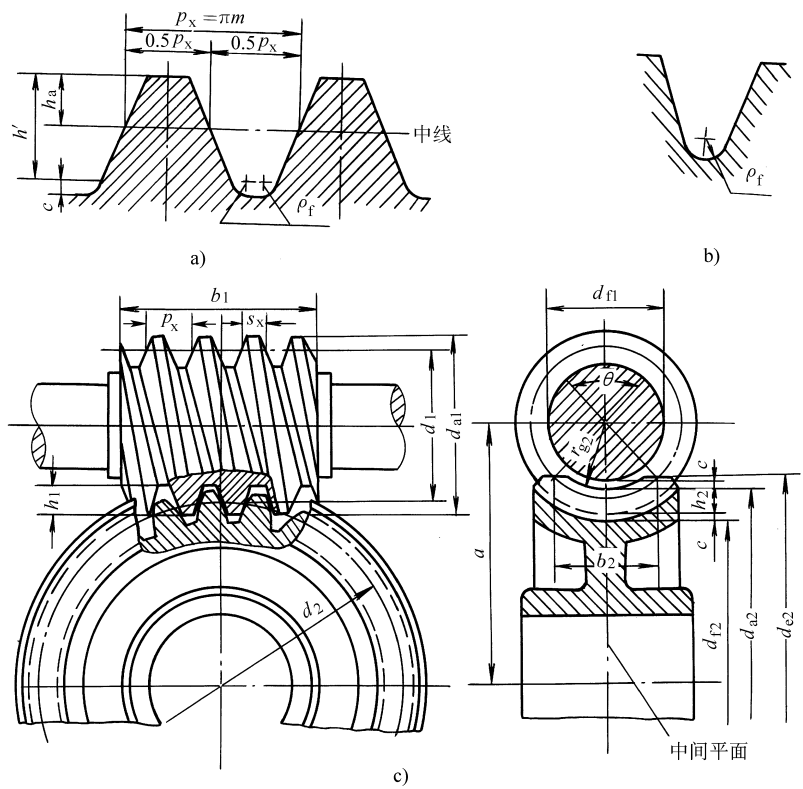


图　11-15

11.3.2 蜗杆、蜗轮的基本几何尺寸关系（表 11-8）

在图 11-15 中，齿顶高 $h_a=1m$，工作齿高 $h'=2m$；采用短齿时，$h_a=0.8m$，$h'=1.6m$。顶隙 $c=0.2m$，必要时允许减小到 $0.15m$ 或增大至 $0.35m$。

齿根圆角半径 $\rho_f=0.3m$，必要时允许减小到 $0.2m$ 或增大至 $0.4m$，也允许加工成单圆弧，如图 11-15b 所示。

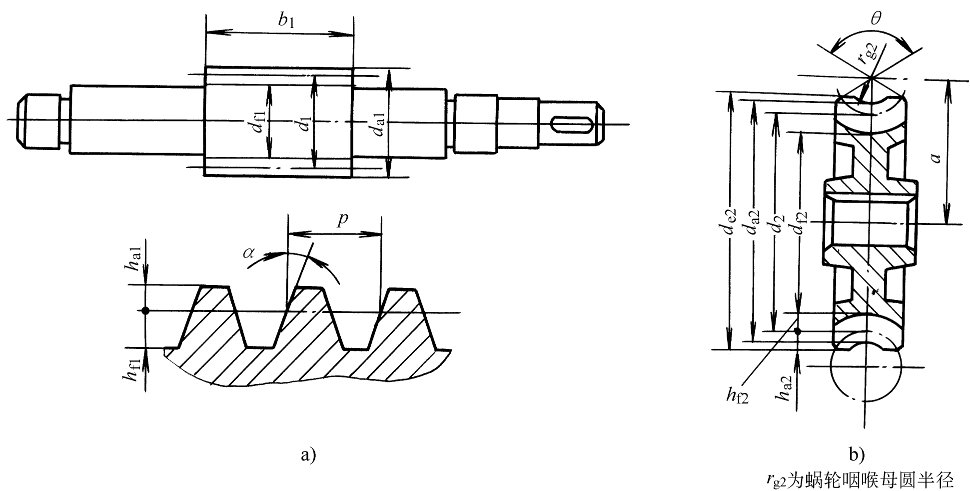
表 11-8　蜗杆、蜗轮的基本几何尺寸关系

项　　目	代　号	关　　系　　式
模数	m	查 GB/T 10088—1988
蜗杆轴向模数	m_x	$m_x=m$
蜗杆齿数	z_1	
蜗杆轴向齿距	p_x	$p_x=\pi m$
蜗杆导程角	γ	$\tan\gamma=mz_1/d_1$
蜗杆直径系数	q	$q=z_1/\tan\gamma$
顶隙	c	$c=c^*m$，c^* 为顶隙系数，$c=0.2m$
蜗杆分度圆直径	d_1	$d_1=mq$
蜗杆齿顶高	h_{a1}	$h_{a1}=h_a^*m$，h_a^* 为齿顶高系数，$h_{a1}=m$
蜗杆齿根高	h_{f1}	$h_{f1}=h_{a1}+c=1.2m$
蜗杆齿顶圆直径	d_{a1}	$d_{a1}=d_1+2h_{a1}=d_1+2h_a^*m$
蜗杆齿根圆直径	d_{f1}	$d_{f1}=d_1-2h_{f1}=d_1-2(h_a^*m+c)$
蜗杆导程	p_z	$p_z=\pi mz_1$
齿形角	α	$\alpha_x=20°$或$\alpha_n=20°$，α_x^* 为轴向齿形角，α_n 为法向齿形角
蜗轮齿数	z_2	
蜗轮分度圆直径	d_2	$d_2=mz_2=2a-d_1-2x_2m$
蜗轮变位系数	x_2	查 GB/T 10085—1988
蜗轮齿顶高	h_{a2}	$h_{a2}=m(h_a^*+x_2)$
蜗轮齿根高	h_{f2}	$h_{f2}=m(h_a^*-x_2+c^*)$
蜗轮喉圆直径	d_{a2}	$d_{a2}=d_2+2h_{a2}$
蜗轮齿根圆直径	d_{f2}	$d_{f2}=d_2-2h_{f2}$
蜗轮齿宽角	θ	$\theta=2\arcsin\left(\frac{b_2}{d_1}\right)$，$b_2$ 为蜗轮齿宽
中心距	a	$a=(d_1+d_2+2x_2m)/2$

11.3.3 蜗杆、蜗轮的画法

（1）单个蜗杆和单个蜗轮的画法分别如图 11-16a 及 b 所示。蜗杆的齿根用细实线画出，也可省略不画。

（2）蜗杆与蜗轮的啮合画法如图 11-17 及图 11-18 所示。



a)

b)
r_{g2}为蜗轮咽喉母圆半径

图 11-16

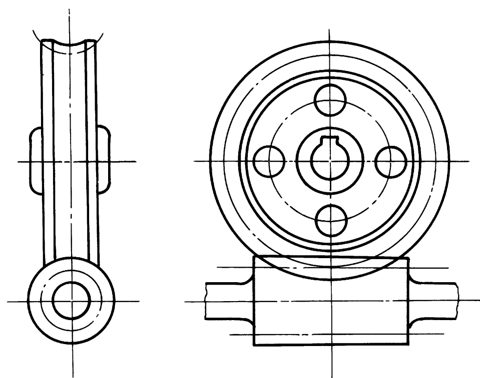


图 11-17

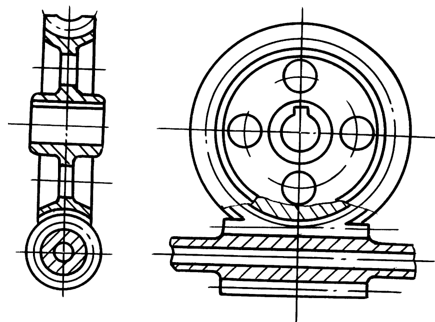
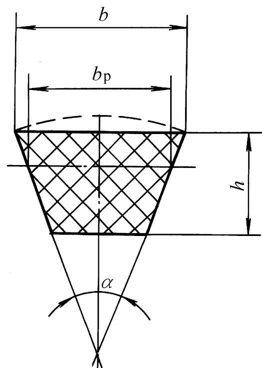


图 11-18

11.4 V 带轮

普通 V 带和窄 V 带及其带轮的截面尺寸见表 11-9 ~ 表 11-11。

表 11-9 普通 V 带和窄 V 带截面尺寸（GB/T 11544—1997） （单位：mm）



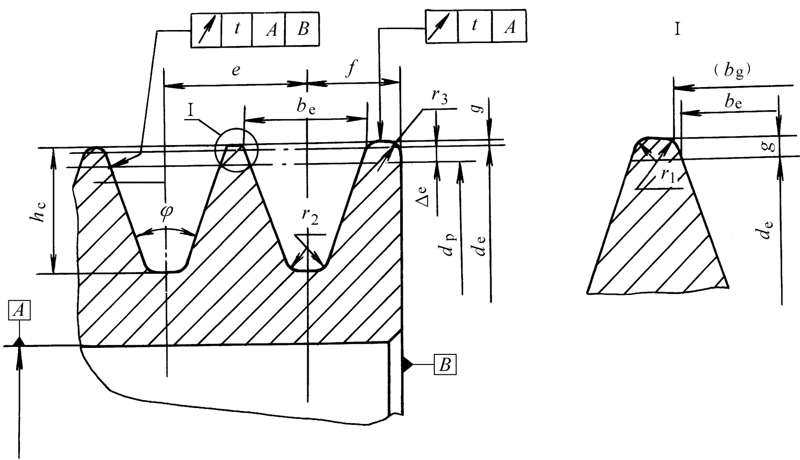
（续）

带　　型		节宽 b_p	顶宽 b	高度 h	楔角 α
普通 V 带	Y	5.3	6.0	4.0	40°
	Z	8.5	10.0	6.0	
	A	11.0	13.0	8.0	
	B	14.0	17.0	11.0	
	C	19.0	22.0	14.0	
	D	27.0	32.0	19.0	
	E	32.0	38.0	25.0	
窄 V 带	SPZ	8.5	10.0	8.0	40°
	SPA	11.0	13.0	10.0	
	SPB	14.0	17.0	14.0	
	SPC	19.0	22.0	18.0	

表 11-10　普通 V 带轮槽截面尺寸（GB/T 13575.1—2008）　　（单位：mm）

槽型	b_d	h_{amin}	h_{fmin}	e	e 值累计极限偏差	f_{min}	d_d			
							与 d_d 相对应的 φ			
							$\varphi=32°$	$\varphi=34°$	$\varphi=36°$	$\varphi=38°$
							φ 的极限偏差：±0.5°			
Y	5.3	1.60	4.7	8 ±0.3	±0.6	6	≤60	—	>60	—
Z（SPZ）	8.5	2.00	7.0	12 ±0.3	±0.6	7	—	≤80	—	>80
A（SPA）	11.0	2.75	8.7	15 ±0.3	±0.6	9	—	≤118	—	>118
B（SPB）	14.0	3.50	10.8	19 ±0.4	±0.8	11.5	—	≤190	—	>190
C（SPC）	19.0	4.80	14.3	25.5 ±0.5	±1.0	16	—	≤315	—	>315
D	27.0	8.10	19.9	37 ±0.6	±1.2	23	—	—	≤475	>475
E	32.0	9.60	23.4	44.5 ±0.7	±1.4	28	—	—	≤600	>600

表 11-11　窄 V 带轮槽截面尺寸（GB/T 13575.2—2008）　（单位：mm）



槽型	d_e	φ /(°)	b_e	Δe	e	r_{min}	h_c	(b_g)	g	r_1	r_2	r_3
9N、9J	≤90 >90~150 >150~305 >305	36 38 40 42	8.9	0.6	10.3±0.25	9	$9.5^{+0.5}_{0}$	9.23 9.24 9.26 9.28	0.5	0.2~0.5	0.5~1.0	1~2
15N、15J	≤255 >255~405 >405	38 40 42	15.2	1.3	17.5±0.25	13	$15.5^{+0.5}_{0}$	15.54 15.56 15.58	0.5	0.2~0.5	0.5~1.0	2~3
25N、25J	≤405 >405~570 >570	38 40 42	25.4	2.5	28.6±0.25	19	$25.5^{+0.5}_{0}$	25.74 25.76 25.78	0.5	0.2~0.5	0.5~1.0	3~5

V 带轮的画法如图 11-19 所示，基准线用细点画线绘制。

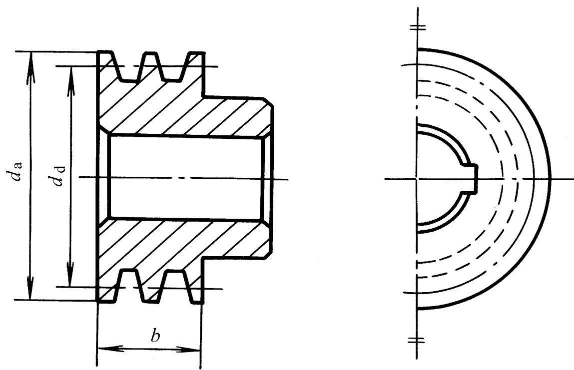
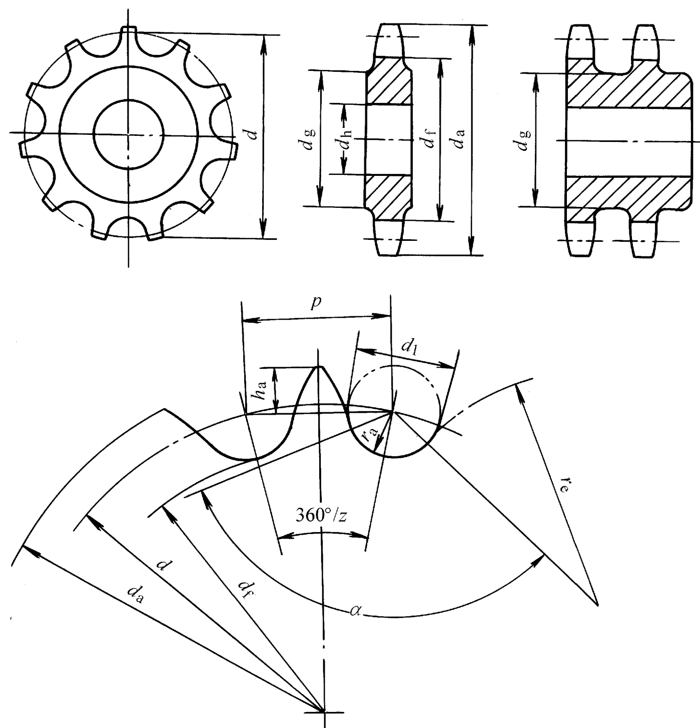


图　11-19

11.5 链轮

链轮的有关尺寸见表 11-12 ~ 表 11-14。

表 11-12 滚子链链轮直径尺寸及齿高计算公式（GB/T 1243—2006）（单位：mm）



名　称	代号	计　算　公　式	备　注
分度圆直径	d	$d=p/\sin\frac{180°}{z}=pK$ K—分度圆直径系数	K 值见表 11-13
齿顶圆直径①	d_a	$d_{amax}=d+1.25p-d_1$ $d_{amin}=d+\left(1-\frac{1.6}{z}\right)p-d_1$	可在 d_{amin} ~ d_{amax} 范围内任意选取，但选用 d_{amax} 时，应考虑采用展成法加工，有发生顶切的可能性
分度圆弦齿高①	h_a	$h_{amax}=\left(0.625+\frac{0.8}{z}\right)p-0.5d_1$ $h_{amin}=0.5(p-d_1)$	h_a 是为简化放大齿形图的绘制而引入的辅助尺寸 h_{amax} 相应于 d_{amax} h_{amin} 相应于 d_{amin}
齿根圆直径	d_f	$d_f=d-d_1$	
齿侧凸缘（或排间槽）直径	d_g	$d_g\leq p\cot\frac{180°}{z}-1.04h_2-0.76$ h_2—内链板高度	

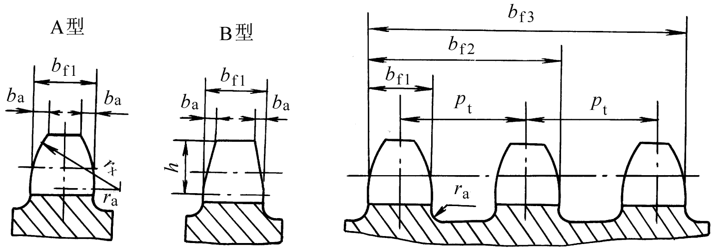
① 对于三圆弧一直线齿形：$d_a=p\left(0.54+\cot\frac{180°}{z}\right)$

$h_a=0.27p$

表 11-13　链轮分度圆直径计算系数 K

z	K	z	K	z	K
9	2. 9238	57	18. 1529	105	33. 4275
10	3. 2361	58	18. 4710	106	33. 7458
11	3. 5494	59	18. 7892	107	34. 0640
12	3. 8637	60	19. 1073	108	34. 3823
13	4. 1786	61	19. 4255	109	34. 7006
14	4. 4940	62	19. 7437	110	35. 0188
15	4. 8097	63	20. 0619	111	35. 3371
16	5. 1258	64	20. 3800	112	35. 6554
17	5. 4422	65	20. 6932	113	35. 9737
18	5. 7588	66	21. 0164	114	36. 2919
19	6. 0755	67	21. 3346	115	36. 6102
20	6. 3925	68	21. 6528	116	36. 9285
21	6. 7095	69	21. 9710	117	37. 2467
22	7. 0266	70	22. 2892	118	37. 5650
23	7. 3439	71	22. 6074	119	37. 8833
24	7. 6613	72	22. 9256	120	38. 2016
25	7. 9787	73	23. 2438	121	38. 5198
26	8. 2962	74	23. 5620	122	38. 8381
27	8. 6138	75	23. 8802	123	39. 1564
28	8. 9314	76	24. 1985	124	39. 4746
29	9. 2491	77	24. 5167	125	39. 7929
30	9. 5668	78	24. 8349	126	40. 1112
31	9. 8845	79	25. 1531	127	40. 4295
32	10. 2023	80	25. 4713	128	40. 7478
33	10. 5201	81	25. 7896	129	41. 0660
34	10. 8380	82	26. 1078	130	41. 3843
35	11. 1558	83	26. 4260	131	41. 7026
36	11. 4737	84	26. 7443	132	42. 0209
37	11. 7916	85	27. 0625	133	42. 3391
38	12. 1096	86	27. 3807	134	42. 6574
39	12. 4275	87	27. 6990	135	42. 9757
40	12. 7455	88	28. 0712	136	43. 2940
41	13. 0635	89	28. 3355	137	43. 6123
42	13. 3815	90	28. 6537	138	43. 9306
43	13. 6995	91	28. 9719	139	44. 2488
44	14. 0176	92	29. 2902	140	44. 5671
45	14. 3356	93	29. 6084	141	44. 8854
46	14. 6537	94	29. 9267	142	45. 2037
47	14. 9717	95	30. 2449	143	45. 5220
48	15. 2898	96	30. 5632	144	45. 8403
49	15. 6079	97	30. 8815	145	46. 1585
50	15. 9260	98	31. 1997	146	46. 4768
51	16. 2441	99	31. 5180	147	46. 7951
52	16. 5622	100	31. 8362	148	47. 1134
53	16. 8803	101	32. 1545	149	47. 4317
54	17. 1984	102	32. 4727	150	47. 7500
55	17. 5166	103	32. 7910		
56	17. 8347	104	33. 1093		

表 11-14 链轮轴向齿廓参数表（GB/T 1243—2006） （单位：mm）



名称		代号	计算公式		备注
			$p \leqslant 12.7$	$p > 12.7$	
齿宽	单排 双排、三排 四排以上	b_{f1}	$0.93b_1$ $0.91b_1$ $0.88b_1$	$0.95b_1$ $0.93b_1$ $0.93b_1$	$p > 12.7$ 时，经制造厂同意，亦可使用 $p \leqslant 12.7$ 时的齿宽 b_1—内链节内宽
倒角宽		b_a	$b_a = (0.1 \sim 0.15)p$		
倒角半径		r_x	$r_x \geqslant p$		
倒角深		h	$h = 0.5p$		仅适用于 B 型
齿侧凸缘（或排间槽）圆角半径		r_a	$r_a \approx 0.04p$		
链轮齿总宽		b_{fm}	$b_{fm} = (m-1)p_1 + b_{f1}$		m—排数

标准齿形链轮的画法与齿轮的规定画法相同，如图 11-20 所示。

链轮传动图可采用简化画法，用细点画线表示链条（图 11-21）。

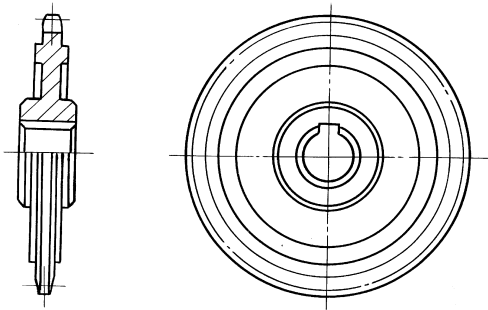


图 11-20

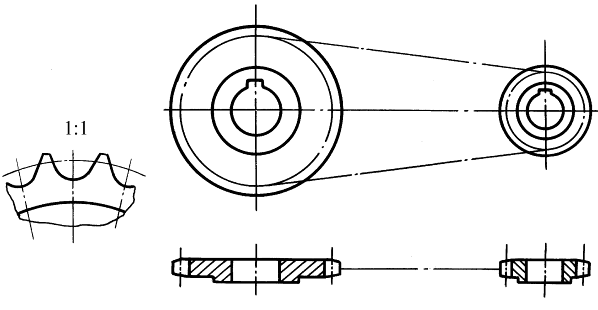


图 11-21

11.6 齿轮的轮体结构

圆柱齿轮和直齿锥齿轮的结构形式见表 11-15、表 11-16。

表 11-15　圆柱齿轮的结构形式　（单位：mm）

名　称	结　构　形　式	说　明
轴齿轮	$d_a < 2d_3$	
锻造齿轮	$d_a < 200$	$D_1 = 1.6d$ $1.5d > l \geqslant b$ $\delta_0 = 2.5m_n$，但不小于 8 $D_0 = 0.5(D_2 + D_1)$ 当 $d_0 < 10$ 时，可不必做孔 $n = 0.5m_n$
	$d_a < 500$	$D_1 = 1.6d$ $1.5d > l \geqslant b$ $\delta_0 = (3 \sim 4)m_n$，但不小于 8 $c = 0.3b$（自由锻） $c = 0.2b$（模锻），但不小于 8 $D_0 = 0.5(D_2 + D_1)$ $n = 0.5m_n$

（续）

名 称	结 构 形 式	说 明
铸造齿轮	$d_a<500$	$D_1=1.6d$（铸钢），$D_1=1.8d$（铸铁） $1.5d>l\geqslant b$ $\delta_0=(3\sim4)m_n$，但不小于 8 $D_0=0.5(D_2+D_1)$ $d_0=(0.25\sim0.35)(D_2-D_1)$ $c=0.2b$，但不小于 10 $n=0.5m_n$，$r\approx0.5c$
	$d_a>400$　$b\leqslant240$	$D_1=1.6d$（铸钢），$D_1=1.8d$（铸铁） $1.5d>l\geqslant b$ $\delta_0=(3\sim4)m_n$，但不小于 8 $H=0.8d$（铸钢），$H=0.9d$（铸铁） $H_1=0.8H$ $c=(1\sim1.3)\delta_0$，$s=0.8c$ $\delta_2=(1\sim1.2)\delta_0$ $n=0.5m_n$，$r\approx0.5c$
	$d_a>1000$　$b>240$ $b\geqslant480$	$D_1=1.6d$（铸钢），$D_1=1.8d$（铸铁） $\delta_0=(3\sim4)m_n$ $H=0.8d$（铸钢），$H=0.9d$（铸铁） $H_1=0.8H$ $c=(0.8\sim1)\delta_0$ $\delta_2=(1\sim1.2)\delta_0$ $t=0.8\delta_2$，$n=0.5m_n$

表 11-16　直齿锥齿轮的结构形式

结构简图	说明
锻造轴齿轮 a)　b)	当齿轮小端齿根圆角离键槽顶部的距离 $X<(1.6\sim2)m$ 时（图 b），齿轮与轴做成整体，其中 m 为大端模数
$d_a \leqslant 500$mm 锻造锥齿轮 模锻　自由锻	$D_1=1.6d$，$l=(1\sim1.2)d$，$H=(3\sim4)m$（不小于 10mm），$c=(0.1\sim0.17)R$，D_0、d_0 按结构而定
$d_a>300$mm 锻造锥齿轮	$D_1=1.6d$（铸钢），$d_1=1.8d$（铸铁），$l=(1\sim1.2)d$，$H=(3\sim4)m$（不小于 10mm），$c=(0.1\sim0.17)R$（不小于 10mm），$s=0.8c$（不小于 10mm），D_0、d_0 按结构而定

11.7　传动轮的工作图内容

传动轮工作图一般应包含：图形、尺寸、技术要求、数据及参数栏、标题栏等。

（1）圆柱齿轮见图 11-22。

（2）锥齿轮见图 11-23。

（3）蜗轮见图 11-24。

（4）普通 V 带轮见图 11-25。

（5）链轮见图 11-26。

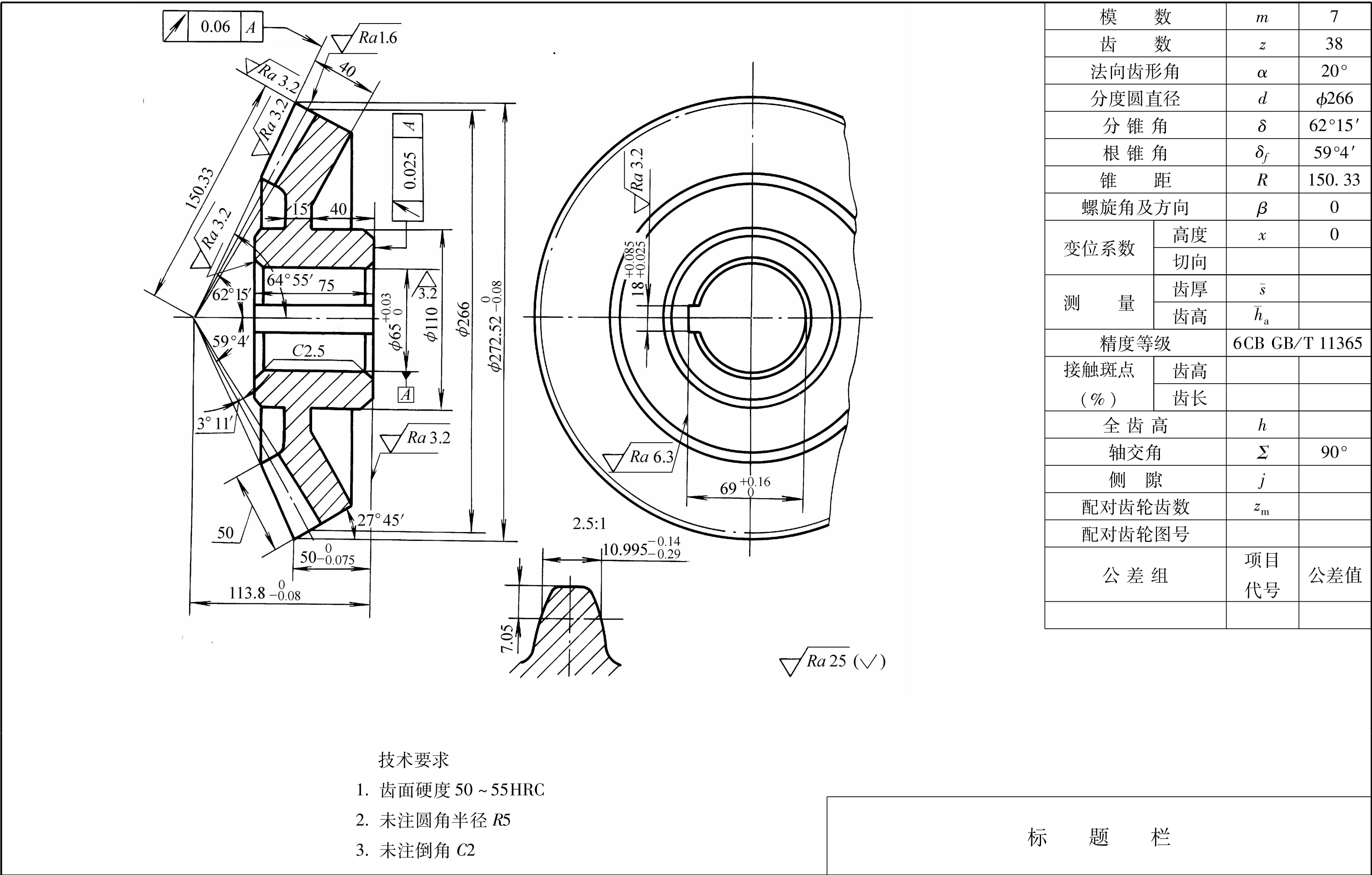
法向模数	m_n	3
齿数	z	80
齿形角	α	20°
齿顶高系数	h_a^*	1
螺旋角	β	8°6′34″
螺旋方向	LH	
径向变位系数	x	0
齿厚	8-8-7HK GB/T 10095. 1—2008	
精度等级		
齿轮副中心距及其极限偏差	$a \pm f_a$	
配对齿轮	图　号	
	齿　数	
公差组	检验项目代号	公差（或极限偏差）值

技术要求

1. 齿面硬度 50 ~ 55HRC
2. 未注圆角半径 $R5$
3. 未注倒角 $C2$

标　　题　　栏

图　11-22



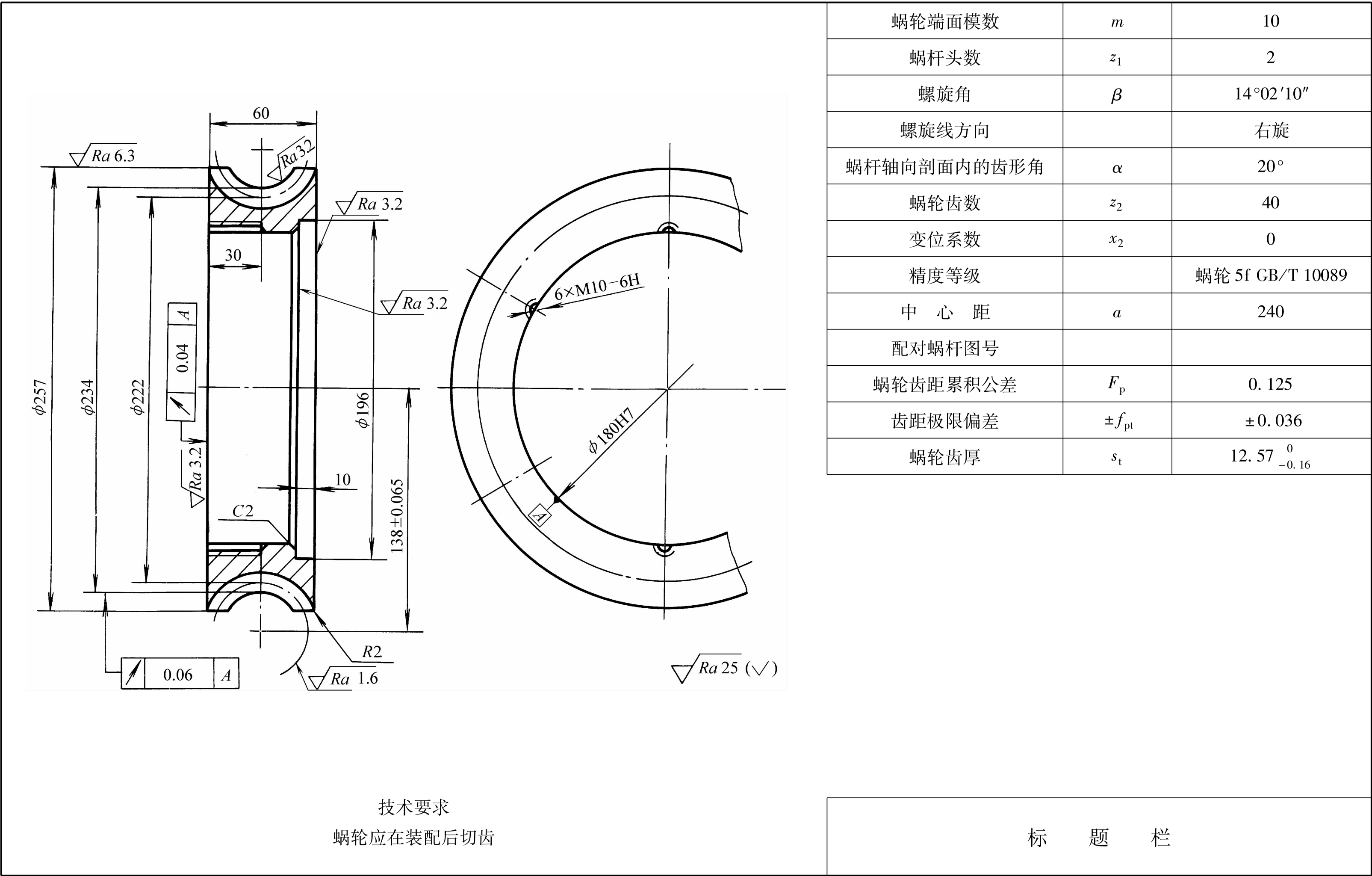
模　　数		m	7
齿　　数		z	38
法向齿形角		α	20°
分度圆直径		d	ϕ266
分 锥 角		δ	62°15′
根 锥 角		δ_f	59°4′
锥　　距		R	150. 33
螺旋角及方向		β	0
变位系数	高度	x	0
	切向		
测　　量	齿厚	$\bar{s}$	
	齿高	$\bar{h}_a$	
精度等级		6CB GB/T 11365	
接触斑点（%）	齿高		
	齿长		
全 齿 高		h	
轴交角		Σ	90°
侧　隙		j	
配对齿轮齿数		z_m	
配对齿轮图号			
公 差 组		项目代号	公差值

技术要求

1. 齿面硬度 50 ~ 55HRC
2. 未注圆角半径 $R5$
3. 未注倒角 $C2$

标　　题　　栏

图　11-23



蜗轮端面模数	m	10
蜗杆头数	z_1	2
螺旋角	β	14°02′10″
螺旋线方向		右旋
蜗杆轴向剖面内的齿形角	α	20°
蜗轮齿数	z_2	40
变位系数	x_2	0
精度等级		蜗轮 5f GB/T 10089
中　心　距	a	240
配对蜗杆图号		
蜗轮齿距累积公差	F_p	0. 125
齿距极限偏差	$\pm f_{pt}$	±0. 036
蜗轮齿厚	s_t	$12.57_{-0.16}^{0}$

技术要求

蜗轮应在装配后切齿

标　　题　　栏

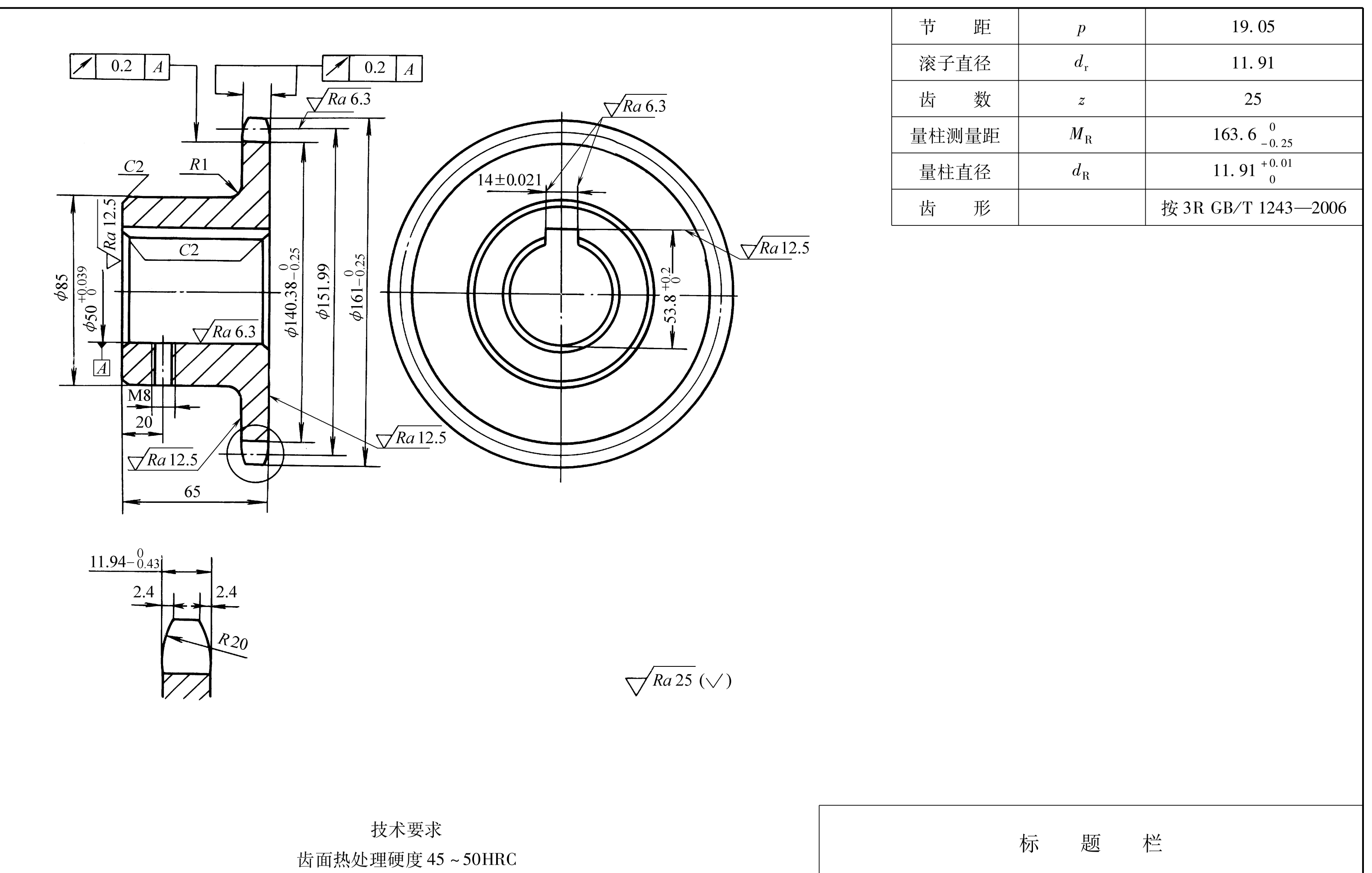
图　11-24

技术要求

1. 轮槽工作面不应有砂眼、气孔
2. 各轮槽间距的累积误差不得超过 ±0. 8mm

标　题　栏

图　11-25



节 距	p	19.05
滚子直径	d_r	11.91
齿 数	z	25
量柱测量距	M_R	$163.6^{0}_{-0.25}$
量柱直径	d_R	$11.91^{+0.01}_{0}$
齿 形		按3R GB/T 1243—2006

图 11-26

第 12 章　轴　　承

12. 1　滚动轴承

12. 1. 1　滚动轴承的代号

本节内容系根据 GB/T 272—1993。

轴承代号由基本代号、前置代号和后置代号三部分组成。其排列顺序如下：

前置代号　基本代号　后置代号

1. 滚动轴承（不包括滚针轴承）的基本代号

外形尺寸符合标准规定的滚动轴承，其基本代号由轴承类型代号、尺寸系列代号、内径代号构成。排列顺序按表 12-1。

表 12-1　基本代号的构成及排列

基　本　代　号		
类型代号	尺寸系列代号	内径代号

（1）滚动轴承类型代号。轴承类型代号用数字或字母表示，见表 12-2。

表中，括号内的数字代号，在组合代号中省略。

表中，类型代号后或前加字母或数字，表示该类轴承中的不同结构。如圆柱滚子轴承（代号为 N）中的 NU、NJ 等，深沟球轴承（代号为 6）中的 16。

（2）尺寸系列代号。尺寸系列代号由轴承宽（高）度系列代号和直径系列代号组合而成。均用数字表示。见表 12-2。

表中，尺寸系列代号左边的一位数字为宽（高）度列代号，凡在括号中的数字，在组合代号中省略。右边的一位数字为直径系列代号。

表 12-2　常用轴承的类型代号、尺寸系列代号及由它们组成的组合代号

轴承类型	简　图	类型代号	尺寸系列代号	组合代号	标准号
双列角接触球轴承		（0） （0）	32 33	32 33	GB/T 296
调心球轴承		1 （1） 1 （1）	（0）2 22 （0）3 23	12 22 13 23	GB/T 281

（续）

<table>
<tr><th colspan="2">轴承类型</th><th>简　　图</th><th>类型代号</th><th>尺寸系列代号</th><th>组合代号</th><th>标准号</th></tr>
<tr><td colspan="2">调心滚子轴承</td><td></td><td>2
2
2
2
2
2
2
2</td><td>13
22
23
30
31
32
40
41</td><td>213
222
223
230
231
232
240
241</td><td>GB/T 288</td></tr>
<tr><td colspan="2">推力调心滚子轴承</td><td></td><td>2
2
2</td><td>92
93
94</td><td>292
293
294</td><td>GB/T 5859</td></tr>
<tr><td colspan="2">圆锥滚子轴承</td><td></td><td>3
3
3
3
3
3
3
3
3
3</td><td>02
03
13
20
22
23
29
30
31
32</td><td>302
303
313
320
322
323
329
330
331
332</td><td>GB/T 297</td></tr>
<tr><td colspan="2">双列深沟球轴承</td><td></td><td>4
4</td><td>（2）2
（2）3</td><td>42
43</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">推力球轴承</td><td>推力球轴承</td><td></td><td>5
5
5
5</td><td>11
12
13
14</td><td>511
512
513
514</td><td>GB/T 301</td></tr>
<tr><td>双向推力球轴承</td><td></td><td>5
5
5</td><td>22
23
24</td><td>522
523
524</td><td>GB/T 301</td></tr>
</table>

（续）

轴承类型		简图	类型代号	尺寸系列代号	组合代号	标准号
推力球轴承	带球面座圈的推力球轴承		5 5 5	32① 33 34	532 533 534	
	带球面座圈的双向推力球轴承		5 5 5	42② 43 44	542 543 544	
深沟球轴承			6 6 6 6 16 6 6 6 6	17 37 18 19 （0）0 （1）0 （0）2 （0）3 （0）4	617 637 618 619 160 60 62 63 64	GB/T 276
角接触球轴承			7 7 7 7 7 7	19 （1）0 （0）2 （0）3 （0）4	719 70 72 73 74	GB/T 292
推力圆柱滚子轴承			8 8	11 12	811 812	GB/T 4663
圆柱滚子轴承	外圈无挡边圆柱滚子轴承		N N N N N N	10 （0）2 22 （0）3 23 （0）4	N10 N2 N22 N3 N23 N4	GB/T 283
	内圈无挡边圆柱滚子轴承		NU NU NU NU NU NU	10 （0）2 22 （0）3 23 （0）4	NU10 NU2 NU22 NU3 NU23 NU4	

（续）

轴承类型		简　　图	类型代号	尺寸系列代号	组合代号	标准号
圆柱滚子轴承	内圈单挡边圆柱滚子轴承		NJ NJ NJ NJ NJ	（0）2 22 （0）3 23 （0）4	NJ2 NJ22 NJ3 NJ23 NJ4	GB/T 283
圆柱滚子轴承	内圈单挡边并带平挡圈圆柱滚子轴承		NUP NUP NUP NUP	（0）2 22 （0）3 23	NUP2 NUP22 NUP3 NUP23	GB/T 283
圆柱滚子轴承	外圈单挡边圆柱滚子轴承		NF	（0）2 （0）3 23	NF2 NF3 NF3	GB/T 283
圆柱滚子轴承	双列圆柱滚子轴承		NN	30	NN30	GB/T 285
圆柱滚子轴承	内圈无挡边双列圆柱滚子轴承		NNU	49	NNU49	GB/T 285
外球面球轴承	带顶丝外球面球轴承		UC UC	2 3	UC2 UC3	GB/T 3882
外球面球轴承	带偏心套外球面球轴承		UEL UEL	2 3	UEL2 UEL3	GB/T 3882
外球面球轴承	圆锥孔外球面球轴承		UK UK	2 3	UK2 UK3	GB/T 3882

（续）

轴承类型	简　　图	类型代号	尺寸系列代号	组合代号	标准号
四点接触球轴承		QJ	（0）2 （0）3	QJ2 QJ3	GB/T 294

注：表中“（　）”号内的数字表示在组合代号中省略。

① 尺寸系列实为 12，13，14，分别用 32，33，34 表示。

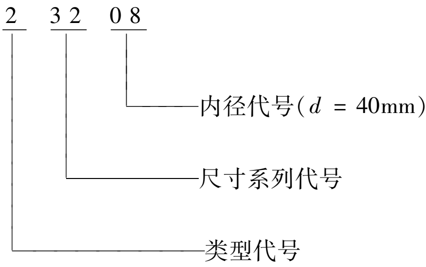
② 尺寸系列实为 22，23，24，分别用 42，43，44 表示。

（3）内径代号。轴承公称内径的代号见表 12-3。

表 12-3　轴承内径代号

轴承公称内径 /mm		内　径　代　号	示　　例
0.6 ~ 10（非整数）		用公称内径毫米数直接表示，在其与尺寸系列代号之间用“/”分开	深沟球轴承 618/2.5 d = 2.5mm
1 ~ 9（整数）		用公称内径毫米数直接表示，对深沟及角接触球轴承 7、8、9 直径系列，内径与尺寸系列代号之间用“/”分开	深沟球轴承 62/5 618/5 d = 5mm
10 ~ 17	10	00	深沟球轴承 6200 d = 10mm
	12	01	
	15	02	
	17	03	
20 ~ 480 （22、28、32 除外）		公称内径除以 5 的商数，商数为个位数，需在商数左边加“0”，如 08	调心滚子轴承 23208 d = 40mm
≥500 以及 22、28、32		用公称内径毫米数直接表示，但在与尺寸系列之间用“/”分开	调心滚子轴承 230/500 d = 500mm 深沟球轴承 62/22 d = 22mm

现以表 12-3 中调心滚子轴承 23208 为例，说明代号中各位数字的意义如下：



2. 前置、后置代号

前置、后置代号是轴承在结构形状、尺寸、公差、技术要求等有改变时，在其基本代号

左右添加的补充代号。其排列见表 12-4。

表 12-4　前置、后置代号在轴承代号中的排列

<table>
<tr><th colspan="10">轴　承　代　号</th></tr>
<tr><td rowspan="2">前置代号</td><td rowspan="3">基本代号</td><td colspan="8">后　置　代　号（组）</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr>
<tr><td>成套轴承分部件</td><td>内部结构</td><td>密封与防尘套圈变型</td><td>保持架及其材料</td><td>轴承材料</td><td>公差等级</td><td>游隙</td><td>配置</td><td>其他</td></tr>
</table>

（1）前置代号。前置代号用字母表示。代号及其含义见表 12-5。

表 12-5　前置代号及其含义

代　号	含　义	示　例
L	可分离轴承的可分离内圈或外圈	LNU207
		LN207
R	不带可分离内圈或外圈的轴承	RNU207
	（滚针轴承仅适用于 NA 型）	RNA6904
K	滚子和保持架组件	K81107
WS	推力圆柱滚子轴承轴圈	WS81107
GS	推力圆柱滚子轴承座圈	GS81107

（2）后置代号。后置代号用字母（或加数字）表示。

后置代号的编制规则：

1）后置代号置于基本代号的右边，并与其空半个汉字距（代号中有符号“－”、“/”除外）。当改变项目多，具有多组后置代号时，应按表 12-4 所列从左至右顺序排列。

2）改变项目为 4 组（含 4 组）以后的内容，在其代号前用“/”与前面代号隔开。

例：6205-2Z/P6　　22308/P63

3）改变内容为第 4 组后的两组，在前组与后组代号中的数字或文字表示含义可能混淆时，两代号间空半个汉字距。

例：6208/P63　V1

后置代号及含义：

1）内部结构代号见表 12-6。

表 12-6　内部结构代号

代　号	含　义	示　例
A、B C、D E	1）表示内部结构改变 2）表示标准设计，其含义随不同类型、结构而异	B①角接触球轴承　公称接触角 $\alpha=40°$　7210B ②圆锥滚子轴承　接触角加大 32310B C①角接触球轴承　公称接触角 $\alpha=15°$　7005C ②调心滚子轴承　C 型　23122C E 加强型①　NU207E
AC	角接触球轴承　公称接触角 $\alpha=25°$	7210AC
D	部分式轴承	K50×55×20D
ZW	滚针保持架组件　双列	K20×25×40ZW

①　加强型，即内部结构设计改进，增大轴承承载能力。

2）密封、防尘与外部形状变化代号及含义见表 12-7。

表 12-7　密封、防尘与外部形状变化代号

代　　号	含　　义	示　　例
K	圆锥孔轴承　锥度 1∶12（外球面球轴承除外）	1210K
K30	圆锥孔轴承　锥度 1∶30	24122K30
R	轴承外圈有止动挡边（凸缘外圈）	30307R
	（不适用于内径小于 10mm 的向心球轴承）	
N	轴承外圈上有止动槽	6210N
NR	轴承外圈上有止动槽，并带止动环	6210NR
- RS	轴承一面带骨架式橡胶密封圈（接触式）	6210-RS
- 2RS	轴承两面带骨架式橡胶密封圈（接触式）	6210-2RS
- RZ	轴承一面带骨架式橡胶密封圈（非接触式）	6210-RZ
- 2RZ	轴承两面带骨架式橡胶密封圈（非接触式）	6210-2RZ
- Z	轴承一面带防尘盖	6210-Z
- 2Z	轴承两面带防尘盖	6210-2Z
- RSZ	轴承一面带骨架式橡胶密封圈（接触式）、一面带防尘盖	6210-RSZ
- RZZ	轴承一面带骨架式橡胶密封圈（非接触式）、一面带防尘盖	6210-RZZ
- ZN	轴承一面带防尘盖，另一面外圈有止动槽	6210-ZN
- ZNR	轴承一面带防尘盖，另一面外圈有止动槽并带止动环	6210-ZNR
- ZNB	轴承一面带防尘盖，同一面外圈有止动槽	6210-ZNB
- 2ZN	轴承两面带防尘盖，外圈有止动槽	6210-2ZN
U	推力球轴承　带球面垫圈	53210U

注：密封圈代号与防尘盖代号同样可以与止动槽代号进行多种组合。

3）保持架结构，材料及轴承材料改变的代号按 JB/T 2974—2004 的规定如下：

a. 保持架材料代号：

F——钢、球墨铸铁或粉末冶金实体保持架，用附加数字表示不同的材料。

F1——碳钢；F2——石墨钢；F3——球墨铸铁；F4——粉末冶金。

Q——青铜实体保持架，用附加数字表示不同的材料。

Q1——铝铁锰青铜；Q2——硅铁锌青铜；Q3——硅镍青铜；Q4——铝青铜。

M——黄铜实体保持架。

L——轻合金实体保持架，用附加数字表示不同的材料。

L1——2A11T4；L2——2A12T4。

T——酚醛层压布筐实体保持架。

TH——玻璃纤维增强酚醛树脂保持架（筐型）。

TN——工程塑料模注保持架，用附加数字表示不同的材料。

TN1——尼龙；TN2——聚砜；TN3——聚酰亚胺；TN4——聚碳酸酯；TN5——聚甲醛。

J——钢板冲压保持架，材料有变化时附加数字区别。

Y——铜板冲压保持架，材料有变化时附加数字区别。

SZ——保持架由弹簧丝或弹簧制造。

b. 保持架结构形式及表面处理

H——自锁兜孔保持架。

W——焊接保持架。
R——铆接保持架（用于大型轴承）。
E——磷化处理保持架。
D——碳氮共渗保持架。
D1——渗碳保持架。
D2——渗氮保持架。
C——有镀层的保持架。
C1——镀银保持架。
A——外圈引导。
B——内圈引导。
P——由内圈或外圈引导的拉孔或冲孔的窗形保持架。
S——引导面有润滑槽。

以上“b 条”的代号只能与“a 条”代号结合使用。例如：

MPS——有拉孔或冲孔（窗形保持架）的黄铜实体保持架，外圈或内圈引导，引导面有润滑油槽。
JA——钢板冲压保持架，外圈引导。
FE——经磷化处理的钢制实体保持架。
C. V——满装滚动体（无保持架）。例：
6208V——满装球深沟球轴承。

4）公差等级代号见表 12-8。

表 12-8　公差等级代号

代　　号	含　　义	示　　例
/P0	公差等级符合标准规定的　0 级，代号中省略不表示	6203
/P6	公差等级符合标准规定的　6 级	6203/P6
/P6x	公差等级符合标准规定的　6x 级	30210/P6x
/P5	公差等级符合标准规定的　5 级	6203/P5
/P4	公差等级符合标准规定的　4 级	6203/P4
/P2	公差等级符合标准规定的　2 级	6203/P2

5）游隙代号见表 12-9。

表 12-9　游 隙 代 号

代　　号	含　　义	示　　例
/C1	游隙符合标准规定的　1 组	NN3006K/C1
/C2	游隙符合标准规定的　2 组	6210/C2
—	游隙符合标准规定的　0 组	6210
/C3	游隙符合标准规定的　3 组	6210/C3
/C4	游隙符合标准规定的　4 组	NN3006K/C4
/C5	游隙符合标准规定的　5 组	NNU4920K/C5

公差等级代号与游隙代号需同时表示时，可进行简化，取公差等级代号加上游隙组号（0 组不表示）组合表示。例如：

/P63：表示轴承公差等级 P6 级，径向游隙 3 组。

/P52：表示轴承公差等级 P5 级，径向游隙 2 组。

6）配置代号见表 12-10。

表 12-10　配 置 代 号

代　号	含　义	示　例
/DB	成对背对背安装	7210C/DB
/DF	成对面对面安装	32208/DF
/DT	成对串联安装	7210C/DT

7）其他。在轴承振动、噪声、摩擦力矩、工作温度、润滑等要求特殊时，其代号按 JB2974—2004 的规定，见表 12-11。

表 12-11　轴承其他特性代号

代　号	含　义	条　例
/Z	轴承的振动加速度级极值组别。附加数字表示极值不同	
	Z1——振动加速度级极值符合标准规定的 Z1 值	6204/Z1
	Z2——振动加速度级极值符合标准规定的 Z2 值	6205-2RS/Z2
	Z3——振动加速度级极值符合标准规定的 Z3 值	
/V	轴承的振动速度级极值组别。附加数字表示极值不同	
	V1——振动速度级极值符合标准规定的 V1 值	6306/V1
	V2——振动速度级极值符合标准规定的 V2 值	6304/V2
	V3——振动速度级极值符合标准规定的 V3 值	
/ZC	轴承噪声极值有规定，附加数字表示极值不同	
/T	对起动力矩有要求的轴承，后接数字表示起动力矩	
/RT	对转动力矩有要求的轴承，后接数字表示转动力矩	
/S0	轴承套圈经过高温回火处理，工作温度可达 150°C	N210/S0
/S1	轴承套圈经过高温回火处理，工作温度可达 200°C	NUP212/S1
/S2	轴承套圈经过高温回火处理，工作温度可达 250°C	NU214/S2
/S3	轴承套圈经过高温回火处理，工作温度可达 300°C	NU308/S3
/S4	轴承套圈经过高温回火处理，工作温度可达 350°C	NU214/S4
/W20	轴承外圈上有三个润滑油孔	
/W26	轴承内圈上有六个润滑油孔	
/W33	轴承外圈上有润滑油槽和三个润滑油孔	23120CC/W33
/W33X	轴承外圈上有润滑油槽和六个润滑油孔	
/W513	W26 + W33	
/W518	W20 + W26	
/AS	外圈有油孔，附加数字表示油孔数（滚针轴承）	HK2020/AS1
/IS	内圈有油孔，附加数字表示油孔数（滚针轴承）	NAO17 × 30 × 13/IS1
	在 AS、IS 后加“R”分别表示内圈或外圈上润滑油孔或沟槽	NAO15 × 28 × 13/ASR NA6909/ISR
/HT	轴承内充特殊高温润滑脂。当轴承内润滑脂的装脂量和标准值不同时附加字母表示： A——润滑脂的装填量少于标准值 B——润滑脂的装填量多于标准值 C——润滑脂的装填量多于 B（充满）	

（续）

代 号	含 义	示 例
/LT	轴承内充特殊低温润滑脂。附加字母含义同 HT	
/MT	轴承内充特殊中温润滑脂。附加字母含义同 HT	
/LHT	轴承内充特殊高、低温润滑脂。附加字母含义同 HT	
/Y①	Y 和另一字母（如 YA、YB）或再加数字组合用来识别 无法用现有后置代号表达的非成系列的改变 YA——结构改变（综合表达） YA1——轴承外圈外表面与标准设计有差异 YA2——轴承内圈内孔与标准设计有差异 YA3——轴承套圈端面与标准设计有差异 YA4——轴承套圈滚道与标准设计有差异 YA5——轴承滚动体与标准设计有差异 YB——技术条件改变（综合表达） YB1——轴承套圈表面有镀层 YB2——轴承尺寸和公差要求改变 YB3——轴承套圈表面粗糙度要求改变 YB4——热处理要求（如硬度）改变	

① 凡轴承代号中有 Y 和另一个字母或加数字的后置代号，必须查阅图样或补充技术条件才能了解改变的具体内容。

12.1.2 滚动轴承代号新旧标准对照

下列对照中新标准即为前文所述的 GB/T 272—1993，而旧标准则为 GB272—1988。

（1） 内径代号新旧标准相同。

（2） 常用轴承类型、结构及轴承代号对照列于表 12-12。

表 12-12 外形尺寸用尺寸系列、内径代号表示的轴承

轴承名称	新 标 准			旧 标 准				
	类型代号	尺寸系列代号	轴承代号	宽度系列代号	结构代号	类型代号	直径系列代号	轴承代号
双列角接触球轴承	（0）	32	3200	3	05	6	2	3056200
	（0）	33	3300	3	05		3	3056300
调心球轴承	1	（0）2	1200	0	00	1	2	1200
	（1）	22	2200	0	00		5	1500
	1	（0）3	1300	0	00		3	1300
	（1）	23	2300	0	00		6	1600
调心滚子轴承	2	13	21300C	0	05	3	3	53300
	2	22	22200C	0	05		5	53500
	2	23	22300C	0	05		6	53600
	2	30	23000C	3	05		1	3053100
	2	31	23100C	3	05		7	3053700
	2	32	23200C	3	05		2	3053200
	2	40	24000C	4	05		1	4053100
	2	41	24100C	4	05		7	4053700
推力调心滚子轴承	2	92	29200	9	03	9	2	9039200
	2	93	29300	9	03		3	9039300
	2	94	29400	9	03		4	9039400

（续）

轴承名称	新　标　准			旧　标　准				
	类型代号	尺寸系列代号	轴承代号	宽度系列代号	结构代号	类型代号	直径系列代号	轴承代号
	3	02	30200	0	00		2	7200
	3	03	30300	0	00		3	7300
	3	13	31300	0	02		3	27300
	3	20	32000	2	00		1	2007100
圆锥滚子轴承	3	22	32200	0	00	7	5	7500
	3	23	32300	0	0		6	7600
	3	29	32900	2	00		9	2007900
	3	30	33000	3	00		1	3007100
	3	31	33100	3	00		7	3007700
	3	32	33200	3	00		2	3007200
双列深沟球轴承	4	（2）2	4200	0	81	0	5	810500
	4	（2）3	4300	0			6	810600
	5	11	51100	0	00		1	8100
推力球轴承	5	12	51200	0	00	8	2	8200
	5	13	51300	0	00		3	8300
	5	14	51400	0	00		4	8400
	5	22	52200	0	03		2	38200
双向推力球轴承	5	23	52300	0	03	8	3	38300
	5	24	52400	0	03		4	38400
带球面座圈推力球轴承	5	12①	53200	0	02		2	28200
	5	13	53300	0	02	8	3	28300
	5	14	53400	0	02		4	28400
带球面座圈双向推力球轴承	5	22②	54200	0	05		2	58200
	5	23	54300	0	05	8	3	58300
	5	24	54400	0	05		4	58400
	6	17	61700	1	00		7	1000700
	6	37	63700	3	00		7	3000700
	6	18	61800	1	00		8	1000800
	6	19	61900	1	00		9	1000900
深沟球轴承	16	（0）0	16000	7	00	0	1	7000100
	6	（1）0	6000	0	00		1	100
	6	（0）2	6200	0	00		2	200
	6	（0）3	6300	0	00		3	300
	6	（0）4	6400	0	00		4	400
	7	19	71900	1	03		9	1036900
	7	（1）0	7000	0	03		1	3/4/6 6100
角接触球轴承	7	（0）2	7200	0	04	6	2	6200
	7	（0）3	7300	0	06		3	6300
	7	（0）4	7400	0			4	6400
	8	11	81100	0	00	9	1	9100
推力圆柱滚子轴承	8	12	81200	0	00		2	9200
	NU	10	NU1000	0	03		1	32100
	NU	（0）2	NU200	0	03		2	32200

（续）

轴承名称	新标准			旧标准				
	类型代号	尺寸系列代号	轴承代号	宽度系列代号	结构代号	类型代号	直径系列代号	轴承代号
内圈无挡边圆柱滚子轴承	NU	22	NU2200	0	03	2	5	32500
	NU	（0）3	NU300	0	03		3	32300
	NU	23	NU2300	0	03		6	32600
	NU	（0）4	NU400	0	03		4	32400
内圈单挡边圆柱滚子轴承	NJ	（0）2	NJ200	0	04	2	2	42200
	NJ	22	NJ2200	0	04		5	42500
	NJ	（0）3	NJ300	0	04		3	42300
	NJ	23	NJ2300	0	04		6	42600
	NJ	（0）4	NJ400	0	04		4	42400
内圈单挡边并带平挡圈圆柱滚子轴承	NUP	（0）2	NUP200	0	09	2	2	92200
	NUP	22	NUP2200	0	09		5	92500
	NUP	（0）3	NUP300	0	09		3	92300
	NUP	23	NUP2300	0	09		6	92600
外圈无挡边圆柱滚子轴承	N	10	N1000	0	00	2	1	2100
	N	（0）2	N200	0	00		2	2200
	N	22	N2200	0	00		5	2500
	N	（0）3	N300	0	00		3	2300
	N	23	N2300	0	00		6	2600
	N	（0）4	N400	0	00		4	2400
外圈单挡边圆柱滚子轴承	NF	（0）2	NF200	0	01	2	2	12200
	NF	（0）3	NF300	0	01		3	12300
	NF	23	NF2300	0	01		6	12600
双列圆柱滚子轴承	NN	30	NN3000	3	28	2	1	3282100
内圈无挡边双列圆柱滚子轴承	NNU	49	NNU 4900	4	48	2	9	4482900
带顶丝外球面球轴承	UC	2	UC200	0	09	0	5	90500
	UC	3	UC300	0	09		6	90600
带偏心套外球面球轴承	UEL	2	UEL200	0	39	0	5	390500
	UEL	3	UEL300	0	39		6	390600
圆锥孔外球面球轴承	UK	2	UK200	0	19	0	5	190500
	UK	3	UK300	0	19		6	190600
四点接触球轴承	QJ	（0）2	QJ200	0	17	6	2	176200
	QJ	（0）3	QJ300	0	17		3	176300
滚针轴承	NA	48	NA4800	4	54	4	8	4544800
		49	NA4900	4	54		9	4544900
		69	NA6900	6	25	4	9	6254900

注：表中“（　）”，表示该数字在代号中省略。

① 尺寸系列分别为12、13、14，表示成32、33、34。

② 尺寸系列分别为22、23、24，表示成42、43、44。

（3）公差等级代号对照见表 12-13。

表 12-13　公差等级代号对照

代　号　对　照		示　例　对　照	
新　标　准	旧　标　准	新　标　准	旧　标　准
/P0	G	6203 公差等级为 0 级的深沟球轴承	203
/P6	E	6203/P6 公差等级为 6 级的深沟球轴承	E203
/P6x	Ex	30210/P6x 公差等级为 6x 级的圆锥滚子轴承	Ex7210
/P5	D	6203/P5 公差等级为 5 级的深沟球轴承	D203
/P4	C	6203/P4 公差等级为 4 级的深沟球轴承	C203
/P2	B	6203/P2 公差等级为 2 级深沟球轴承	B203

（4）游隙代号对照见表 12-14。

表 12-14　游隙代号对照

代　号　对　照		示　例　对　照	
新　标　准	旧　标　准	新　标　准	旧　标　准
/C1	1	NN3006/C1，径向游隙为 1 组的双列圆柱滚子轴承	1G3282106
/C2	2	6210/C2，径向游隙为 2 组的深沟球轴承	2G210
—	—	6210，径向游隙为 0 组的深沟球轴承	210
/C3	3	6210/C3，径向游隙为 3 组的深沟球轴承	3G210
/C4	4	NN3006K/C4，径向游隙为 4 组的圆锥孔双列圆柱滚子轴承	4G3182106
/C5	5	NNU4920K/C5，径向游隙为 5 组的圆锥孔内圈无挡边的双列圆柱滚子轴承	5G4382920

（5）关于前置代号、后置代号中的内部结构代号、密封、防尘与外部形状变化代号以及配置代号，其新标准分别见表 12-5、表 12-6、表 12-7、表 12-10。而在旧标准中无代号，均用轴承结构形式表示。

12.1.3　常用滚动轴承的类型、特点及适用条件（表 12-15）

表 12-15　常用滚动轴承类型、特点

简　图 （类型代号）	类型名称	所受负荷方向	轴承限制轴（外壳）移动的能力	说　　明
（1）	调心球轴承	径向负荷	轴（外壳）的两面轴向位移限制在轴承的轴向游隙限度内	允许在内圈（轴）对外圈（外壳）有相对倾斜（2°～3°）的条件下工作
（1）	圆锥孔调心球轴承			同上。可以调整径向游隙及轴向游隙

（续）

简　图 （类型代号）	类型名称	所受负荷方向	轴承限制轴（外壳）移动的能力	说　　明
(2)	调心滚子轴承	径向负荷；任一方向的轴向负荷可达未被利用的允许径向负荷的25%	轴（外壳）的两面轴向位移限制在轴承的轴向游隙限度内	允许内圈（轴）对外圈（外壳）有较大的倾斜
(2)	圆锥孔调心滚子轴承			同上。可以调整径向游隙及轴向游隙
(2)	推力调心滚子轴承	一方向的轴向负荷；可承受以轴向负荷为主的径、轴向联合负荷	限制轴（外壳）一方向的轴向位移	与推力球轴承相比，允许较高的转速
(3)	圆锥滚子轴承	径向负荷；一方向的轴向负荷可达未被利用的允许径向负荷的70%		不宜单独用以承受轴向负荷；当成对配置使用时，可以承受纯径向负荷；可以调整轴向和径向游隙
(5)	推力球轴承	一方向的轴向负荷	不限制轴（外壳）的径向位移	
(5)	双向推力球轴承	任一方向的轴向负荷		
(6)	深沟球轴承	径向负荷及径向和轴向同时作用的联合负荷	轴（外壳）的两面轴向位移限制在轴承的轴向游隙限度内	在推力球轴承不适用的转速情况下，能承受轴向载荷

（续）

简图（类型代号）	类型名称	所受负荷方向	轴承限制轴（外壳）移动的能力	说明
(7)	角接触球轴承	径向负荷；一方向的轴向负荷随接触角 α 的增大而增大	将一对轴承的外圈同名面相对安装时，轴（外壳）的任一方向的轴向位移，可限制在轴承的轴向游隙限制内	
(N)	外圈无挡边圆柱滚子轴承	径向负荷	不限制轴（外壳）的轴向位移	内圈（带保持架及整套滚子）和外圈可分开安装
(NU)	内圈无挡边圆柱滚子轴承			内圈和外圈（带保持架及整套滚子）可分开安装
(NN)	双列圆柱滚子轴承	径向负荷	不限制轴（外壳）的轴向位移	内圈（带保持架及整套滚子）和外圈可分开安装 能承受较大径向负荷
(NN)	圆锥孔双列圆柱滚子轴承			同上。可以调整径向游隙
(NA)	滚针轴承	径向负荷	不限制轴（外壳）的轴向位移	主要用在径向尺寸受限制的机构中。在径向负荷相同的条件下，与其他类型的轴承比较，其外径最小
(HK)	穿孔型冲压外圈滚针轴承			

12.1.4　滚动轴承的简化画法和规定画法

本节根据 GB/T 4459.7—1998 编写。

1. 基本规定

（1）国标中规定的通用画法、特征画法及规定画法中的各种符号、矩形线框和轮廓线均用粗实线绘制。

（2）绘制滚动轴承时，其矩形线框或外形轮廓的大小应与滚动轴承的外形尺寸一致，并与所属图样采用同一比例。

（3）在剖视图中，用简化画法绘制滚动轴承时，一律不画剖面线。

采用规定画法时，轴承的滚动体不画剖面线，其各套圈可画成方向和间隔相同的剖面线。在不致引起误会时，也允许省略不画。

2. 简化画法

用简化画法绘制滚动轴承时，应采用通用画法或特征画法，但在同一图样中一般只采用其中一种画法。

（1）通用画法。在剖视图中，当不需要确切地表示滚动轴承的外形轮廓、载荷特性、结构特征时可用矩形线框及位于线框中央正立的十字形符号表示，见图 12-1。十字形符号不应与矩形线框接触。

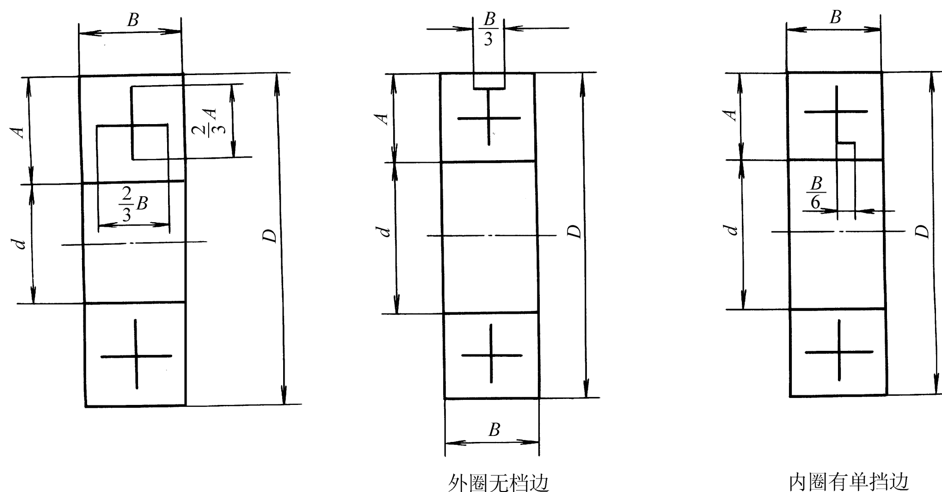


图　12-1

如需确切地表示滚动轴承外形，则应画出其剖面轮廓，并在轮廓中央画出正立的十字形符号。

（2）特征画法。在剖视图中，如需较形象地表示滚动轴承的结构特征时，可采用在矩形线框内画出其结构要素符号的方法表示，滚动轴承结构特征和载荷特性的要素符号组合见表 12-16。

在表 12-16 中特征画法所采用的结构要素符号含意如下：

——　长的粗实线表示不可调心轴承的滚动体的滚动轴线。

⌒ 长的粗圆弧线表示可调心轴承的调心表面或滚动体滚动轴线的包络线。

❙ 短的粗实线表示滚动体的列数和位置。作图时应与前面两种线（要素符号）正交。

在垂直于滚动轴承轴线的投影面的视图上，无论滚动体的形状（球、柱、针等）及尺寸如何，均可按图 12-2 的方法绘制。

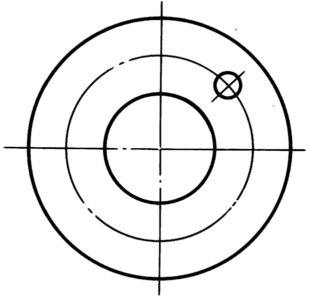


图 12-2

3. 规定画法

滚动轴承的规定画法及尺寸比例示于表 12-16。规定画法一般绘制在轴的一侧，另一侧按通用画法绘制。

表 12-16 滚动轴承的规定画法和特征画法

轴承类型 \ 尺寸比例		规定画法	特征画法	轴承类型 \ 尺寸比例		规定画法	特征画法
深沟球轴承				角接触球轴承	双列		
调心球轴承	双列			推力球轴承			
角接触球轴承				推力球轴承	双向		

（续）

轴承类型 \ 尺寸比例		规定画法	特征画法
圆柱滚子轴承	内圈无挡边		
	无内圈		
	双列		
推力圆柱滚子轴承			
滚针轴承	内圈无挡边		
	无内圈		
圆锥滚子轴承			
推力圆锥滚子轴承			

（续）

尺寸比例 轴承类型		规定画法	特征画法	尺寸比例 轴承类型		规定画法	特征画法
调心滚子轴承				推力调心滚子轴承			

12.1.5 常用滚动轴承的外形尺寸

1. 深沟球轴承（GB/T 276—1994）（表 12-17）

表 12-17 深沟球轴承外形尺寸

6000 型

标准外形　　　　安装尺寸

标记示例：滚动轴承 6210　GB/T 276—1994

f_0F_a/C_{0r}	e	Y	当量动载荷	当量静载荷
0.172 0.345 0.689 1.03 1.38 2.07 3.45 5.17 6.89	0.19 0.22 0.26 0.28 0.3 0.34 0.38 0.42 0.44	2.3 1.99 1.71 1.55 1.45 1.31 1.15 1.04 1	当$\frac{F_a}{F_r} \leqslant e$　$P_r = F_r$ 当$\frac{F_a}{F_r} > e$　$P_r = 0.56F_r + YF_a$	$P_{0r} = 0.6F_r + 0.5F_a$ 当 $P_{0r} < F_r$ 时，取 $P_{0r} = F_r$

轴承代号	尺寸/mm				安装尺寸/mm			基本额定载荷/kN		极限转速/(r/min)	
	d	D	B	r_{smin}	d_a	D_a	r_{asmax}	C_r	C_{0r}	脂润滑	油润滑
02 系列											
6200	10	30	9	0.6	15	25	0.6	5.10	2.38	19000	26000
6201	12	32	10	0.6	17	27	0.6	6.82	3.05	18000	24000
6202	15	35	11	0.6	20	30	0.6	7.65	3.72	17000	22000
6203	17	40	12	0.6	22	35	0.6	9.58	4.78	16000	20000

（续）

轴承代号	尺寸/mm				安装尺寸/mm			基本额定载荷/kN		极限转速/(r/min)	
	d	D	B	r_{smin}	d_a	D_a	r_{asmax}	C_r	C_{0r}	脂润滑	油润滑
02 系 列											
6204	20	47	14	1	26	41	1	12. 8	6. 65	14000	18000
6205	25	52	15	1	31	46	1	14. 0	7. 88	12000	16000
6206	30	62	16	1	36	56	1	19. 5	11. 5	9500	13000
6207	35	72	17	1. 1	42	65	1	25. 5	15. 2	8500	11000
6208	40	80	18	1. 1	47	73	1	29. 5	18. 0	8000	10000
6209	45	85	19	1. 1	52	78	1	31. 5	20. 5	7000	9000
6210	50	90	20	1. 1	57	83	1	35. 0	23. 2	6700	8500
6211	55	100	21	1. 5	64	91	1. 5	43. 2	29. 2	6000	7500
6212	60	110	22	1. 5	69	101	1. 5	47. 8	32. 8	5600	7000
6213	65	120	23	1. 5	74	111	1. 5	57. 2	40. 0	5000	6300
6214	70	125	24	1. 5	79	116	1. 5	60. 8	45. 0	4800	6000
6215	75	130	25	1. 5	84	121	1. 5	66. 0	49. 5	4500	5600
6216	80	140	26	2	90	130	2	71. 5	54. 2	4300	5300
6217	85	150	28	2	95	140	2	83. 2	63. 8	4000	5000
6218	90	160	30	2	100	150	2	95. 8	71. 5	3800	4800
6219	95	170	32	2. 1	107	158	2. 1	110	82. 8	3600	4500
6220	100	180	34	2. 1	112	168	2. 1	122	92. 8	3400	4300
03 系 列											
6300	10	35	11	0. 6	15. 0	30. 0	0. 6	7. 65	3. 48	18000	24000
6301	12	37	12	1	18. 0	31. 0	1	9. 72	5. 08	17000	22000
6302	15	42	13	1	21. 0	36. 0	1	11. 5	5. 42	16000	20000
6303	17	47	14	1	23. 0	41. 0	1	13. 5	6. 58	15000	19000
6304	20	52	15	1. 1	27. 0	45. 0	1	15. 8	7. 88	13000	17000
6305	25	62	17	1. 1	32	55	1	22. 2	11. 5	10000	14000
6306	30	72	19	1. 1	37	65	1	27. 0	15. 2	9000	12000
6307	35	80	21	1. 5	44	71	1. 5	33. 2	19. 2	8000	10000
6308	40	90	23	1. 5	49	81	1. 5	40. 8	24. 0	7000	9000
6309	45	100	25	1. 5	54	91	1. 5	52. 8	31. 8	6300	8000
6310	50	110	27	2	60	100	2	61. 8	38. 0	6000	7500
6311	55	120	29	2	65	110	2	71. 5	44. 8	5300	6700
6312	60	130	31	2. 1	72	118	2	81. 8	51. 8	5000	6300
6313	65	140	33	2. 1	77	128	2. 1	93. 8	60. 5	4500	5600
6314	70	150	35	2. 1	82	138	2. 1	105	68. 0	4300	5300
6315	75	160	37	2. 1	87	148	2. 1	112	76. 8	4000	5000
6316	80	170	39	2. 1	92	158	2. 1	122	86. 5	3800	4800
6317	85	180	41	3	99	166	2. 5	132	96. 5	3600	4500
6318	90	190	43	3	104	176	2. 5	145	108	3400	4300
6319	95	200	45	3	109	186	2. 5	155	122	3200	4000
6320	100	215	47	3	114	201	2. 5	172	140	2800	3600
04 系 列											
6403	17	62	17	1. 1	24. 0	55. 0	1	22. 5	10. 8	11000	15000
6404	20	72	19	1. 1	27. 0	65. 0	1	31. 0	15. 2	9500	13000
6405	25	80	21	1. 5	34	71	1. 5	38. 2	19. 2	8500	11000
6406	30	90	23	1. 5	39	81	1. 5	47. 5	24. 5	8000	10000
6407	35	100	25	1. 5	44	91	1. 5	56. 8	29. 5	6700	8500
6408	40	110	27	2	50	100	2	65. 5	37. 5	6300	8000

（续）

轴承代号	尺寸/mm				安装尺寸/mm			基本额定载荷/kN		极限转速/(r/min)	
	d	D	B	r_{smin}	d_a	D_a	r_{asmax}	C_r	C_{0r}	脂润滑	油润滑
04 系 列											
6409	45	120	29	2	55	110	2	77.5	45.5	5600	7000
6410	50	130	31	2.1	62	118	2.1	92.2	55.2	5300	6700
6411	55	140	33	2.1	67	128	2.1	100	62.5	4800	6000
6412	60	150	35	2.1	72	138	2.1	108	70.0	4500	5600
6413	65	160	37	2.1	77	148	2.1	118	78.5	4300	5300
6414	70	180	42	3	84	166	2.5	140	99.5	3800	4800
6415	75	190	45	3	89	176	2.5	155	115	3600	4500
6416	80	200	48	3	94	186	2.5	162	125	3400	4300
6417	85	210	52	4	103	192	3	175	138	3200	4000
6418	90	225	54	4	108	207	3	192	158	2800	3600
6420	100	250	58	4	118	232	3	222	195	2400	3200

注：表中：d——轴承公称内径；D——轴承公称外径；B——轴承公称宽度；r——内、外圈公称倒角尺寸；r_{smin}——r 的单向最小尺寸。

2. 调心球轴承（GB/T 281—1994）（表 12-18）

表 12-18　调心球轴承外形尺寸

1000 型
标准外形

安装尺寸

标记示例：滚动轴承 1207GB/T 281—1994

当量动载荷　$P_r = XF_r + YF_a$

当量静载荷　$P_{0r} = XF_r + Y_0F_a$

轴承代号	尺寸/mm				安装尺寸/mm			基本额定动载荷 C/kN	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		基本额定静载荷 C_0/kN	Y_0	极限转速/(r/min)	
	d	D	B	r_{smin}	d_a	D_a	r_{asmax}			X	Y	X	Y			脂润滑	油润滑
02 系 列																	
1200	10	30	9	0.6	15	25	0.6	5.48	0.32	1	2.0	0.65	3.0	1.20	2.0	24000	28000
1201	12	32	10	0.6	17	27	0.6	5.55	0.33	1	1.9	0.65	2.9	1.25	2.0	22000	26000
1202	15	35	11	0.6	20	30	0.6	7.48	0.33	1	1.9	0.65	3.0	1.75	2.0	18000	22000
1203	17	40	12	0.6	22	35	0.6	7.90	0.31	1	2.0	0.65	3.2	2.02	2.1	16000	20000
1204	20	47	14	1	26	41	1	9.95	0.27	1	2.3	0.65	3.6	2.65	2.4	14000	17000
1205	25	52	15	1	31	46	1	12.0	0.27	1	2.3	0.65	3.6	3.30	2.4	12000	14000
1206	30	62	16	1	36	56	1	15.8	0.24	1	2.6	0.65	4.0	4.70	2.7	1000	12000
1207	35	72	17	1.1	42	65	1	15.8	0.23	1	2.7	0.65	4.2	5.08	2.9	8500	10000
1208	40	80	18	1.1	47	73	1	19.2	0.22	1	2.9	0.65	4.4	6.40	3.0	7500	9000
1209	45	85	19	1.1	52	78	1	21.8	0.21	1	2.9	0.65	4.6	7.32	3.1	7100	8500

（续）

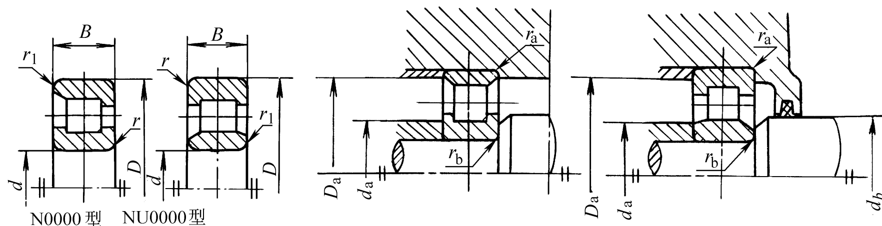
轴承代号	尺寸/mm				安装尺寸/mm			基本额定动载荷 C/kN	e	$\frac{F_a}{F_r} \leqslant e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		基本额定静载荷 C_0/kN	Y_0	极限转速/(r/min)	
	d	D	B	r_{smin}	d_a	D_a	r_{asmax}			X	Y	X	Y			脂润滑	油润滑
02　系　列																	
1210	50	90	20	1. 1	57	83	1	22. 8	0. 20	1	3. 1	0. 65	4. 8	8. 08	3. 3	6300	8000
1211	55	100	21	1. 5	64	91	1. 5	26. 8	0. 20	1	3. 2	0. 65	5. 0	10. 0	3. 4	6000	7100
1212	60	110	22	1. 5	69	101	1. 5	30. 2	0. 19	1	3. 4	0. 65	5. 3	11. 5	3. 6	5300	6300
1213	65	120	23	1. 5	74	111	1. 5	31. 0	0. 17	1	3. 7	0. 65	5. 7	12. 5	3. 9	4800	6000
1214	70	125	24	1. 5	79	116	1. 5	34. 5	0. 18	1	3. 5	0. 65	5. 4	13. 5	3. 7	4800	5600
1215	75	130	25	1. 5	84	121	1. 5	38. 8	0. 17	1	3. 6	0. 65	5. 6	15. 2	3. 8	4300	5300
1216	80	140	26	2	90	130	2	39. 5	0. 18	1	3. 6	0. 65	5. 5	16. 8	3. 7	4000	5000
1217	85	150	28	2	95	140	2	48. 8	0. 17	1	3. 7	0. 65	5. 7	20. 5	3. 9	3800	4500
1218	90	160	30	2	100	150	2	56. 5	0. 17	1	3. 8	0. 65	5. 8	23. 2	4. 0	3600	4300
1219	95	170	32	2. 1	107	158	2. 1	63. 5	0. 17	1	3. 7	0. 65	5. 7	27. 0	3. 9	3400	4000
1220	100	180	34	2. 1	112	168	2. 1	68. 5	0. 18	1	3. 5	0. 65	5. 4	29. 2	3. 7	3200	3800
03　系　列																	
1300	10	35	11	0. 6	15	30	0. 6	7. 22	0. 33	1	1. 9	0. 65	3. 0	1. 62	2. 0	20000	24000
1301	12	37	12	1	18	31	1	9. 42	0. 35	1	1. 8	0. 65	2. 8	2. 12	1. 9	18000	22000
1302	15	42	13	1	21	36	1	9. 50	0. 33	1	1. 9	0. 65	2. 9	2. 28	2. 0	16000	20000
1303	17	47	14	1	23	41	1	12. 5	0. 33	1	1. 9	0. 65	3. 0	3. 18	2. 0	14000	17000
1304	20	52	15	1. 1	27	45	1	12. 5	0. 29	1	2. 2	0. 65	3. 4	3. 38	2. 3	12000	15000
1305	25	62	17	1. 1	32	55	1	17. 8	0. 27	1	2. 3	0. 65	3. 5	5. 05	2. 4	10000	13000
1306	30	72	19	1. 1	37	65	1	21. 5	0. 26	1	2. 4	0. 65	3. 8	6. 28	2. 6	8500	11000
1307	35	80	21	1. 5	44	71	1. 5	25. 0	0. 25	1	2. 6	0. 65	4. 0	7. 95	2. 7	7500	9500
1308	40	90	23	1. 5	49	81	1. 5	29. 5	0. 24	1	2. 6	0. 65	4. 0	9. 50	2. 7	6700	8500
1309	45	100	25	1. 5	54	91	1. 5	38. 0	0. 25	1	2. 5	0. 65	3. 9	12. 8	2. 6	6000	7500
1310	50	110	27	2	60	100	2	43. 2	0. 24	1	2. 7	0. 65	4. 1	14. 2	2. 8	5600	6700
1311	55	120	29	2	65	110	2	51. 5	0. 23	1	2. 7	0. 65	4. 2	18. 2	2. 8	5000	6300
1312	60	130	31	2. 1	72	118	2. 1	57. 2	0. 23	1	2. 8	0. 65	4. 3	20. 8	2. 9	4500	5600
1313	65	140	33	2. 1	77	128	2. 1	61. 8	0. 23	1	2. 8	0. 65	4. 3	22. 8	2. 9	4300	5300
1314	70	150	35	2. 1	82	138	2. 1	74. 5	0. 22	1	2. 8	0. 65	4. 4	27. 5	2. 9	4000	5000
1315	75	160	37	2. 1	87	148	2. 1	79. 0	0. 22	1	2. 8	0. 65	4. 4	29. 8	3. 0	3800	4500
1316	80	170	39	2. 1	92	158	2. 1	88. 5	0. 22	1	2. 9	0. 65	4. 5	32. 8	3. 1	3600	4300
1317	85	180	41	3	99	166	2. 5	97. 8	0. 22	1	2. 9	0. 65	4. 5	37. 8	3. 0	3400	4000
1318	90	190	43	3	104	176	2. 5	115	0. 22	1	2. 8	0. 65	4. 4	44. 5	2. 9	3200	3800
1319	95	200	45	3	109	186	2. 5	132	0. 23	1	2. 8	0. 65	4. 3	50. 8	2. 9	3000	3600
1320	100	215	47	3	114	201	2. 5	142	0. 24	1	2. 7	0. 65	4. 1	57. 2	2. 8	2800	3400
22　系　列																	
2200	10	30	14	0. 6	15	25	0. 6	7. 12	0. 62	1	1. 0	0. 65	1. 6	1. 58	1. 1	24000	28000
2201	12	32	14	0. 6	17	27	0. 6	8. 80	—	—	—	—	—	1. 80	—	22000	26000
2202	15	35	14	0. 6	20	30	0. 6	7. 65	0. 50	1	1. 3	0. 65	2. 0	1. 80	1. 3	18000	22000
2203	17	40	16	0. 6	22	35	0. 6	9. 00	0. 50	1	1. 2	0. 65	1. 9	2. 45	1. 3	16000	20000
2204	20	47	18	1	26	41	1	12. 5	0. 48	1	1. 3	0. 65	2. 0	3. 28	1. 4	14000	17000
2205	25	52	18	1	31	46	1	12. 5	0. 41	1	1. 5	0. 65	2. 3	3. 40	1. 5	12000	14000
2206	30	62	20	1	36	56	1	15. 2	0. 39	1	1. 6	0. 65	2. 4	4. 60	1. 7	10000	12000
2207	35	72	23	1. 1	42	65	1	21. 8	0. 38	1	1. 7	0. 65	2. 6	6. 65	1. 8	8500	10000
2208	40	80	23	1. 1	47	73	1	22. 5	0. 34	1	1. 9	0. 65	2. 9	7. 38	2. 0	7500	9000
2209	45	85	23	1. 1	52	78	1	23. 2	0. 31	1	2. 1	0. 65	3. 2	8. 30	2. 2	7100	8500
2210	50	90	23	1. 1	57	83	1	23. 2	0. 29	1	2. 2	0. 65	3. 4	8. 45	2. 3	6300	8000

（续）

轴承代号	尺寸 /mm				安装尺寸 /mm			基本额定动载荷	e	$\frac{F_a}{F_r}\leqslant e$		$\frac{F_a}{F_r}>e$		基本额定静载荷	Y_0	极限转速 /(r/min)	
	d	D	B	r_{smin}	d_a	D_a	r_{asmax}	C/kN		X	Y	X	Y	C_0/kN		脂润滑	油润滑
22 系 列																	
2211	55	100	25	1.5	64	91	1.5	26.8	0.28	1	2.3	0.65	3.5	9.95	2.4	6000	7100
2212	60	110	28	1.5	69	101	1.5	34.0	0.28	1	2.3	0.65	3.5	12.5	2.4	5300	6300
2213	65	120	31	1.5	74	111	1.5	43.5	0.28	1	2.3	0.65	3.5	16.2	2.4	4800	6000
2214	70	125	31	1.5	79	116	1.5	44.0	0.27	1	2.4	0.65	3.7	17.0	2.5	4800	5600
2215	75	130	31	1.5	84	121	1.5	44.2	0.25	1	2.5	0.65	3.9	18.0	2.6	4300	5300
2216	80	140	33	2	90	130	2	48.8	0.25	1	2.5	0.65	3.9	20.2	2.6	4000	5000
2217	85	150	36	2	95	140	2	58.2	0.25	1	2.5	0.65	3.8	23.5	2.6	3800	4500
2218	90	160	40	2	100	150	2	70.0	0.27	1	2.4	0.65	3.6	28.5	2.5	3600	4300
2219	95	170	43	2.1	107	158	2.1	82.8	0.26	1	2.4	0.65	3.7	33.8	2.5	3400	4000
2220	100	180	46	2.1	112	168	2.1	97.2	0.27	1	2.3	0.65	3.6	40.5	2.5	3200	3800
23 系 列																	
2300	10	35	17	0.6	15	30	0.6	11.0	0.66	1	0.95	0.65	1.5	2.45	1.0	18000	22000
2302	15	42	17	1	21	36	1	12.0	0.51	1	1.2	0.65	1.9	2.88	1.3	14000	18000
2303	17	47	19	1	23	41	1	14.5	0.52	1	1.2	0.65	1.9	3.58	1.3	13000	16000
2304	20	52	21	1.1	27	45	1	17.8	0.51	1	1.2	0.65	1.9	4.75	1.3	11000	14000
2305	25	62	24	1.1	32	55	1	24.5	0.47	1	1.3	0.65	2.1	6.48	1.4	9500	12000
2306	30	72	27	1.1	37	65	1	31.5	0.44	1	1.4	0.65	2.2	8.68	1.5	8000	10000
2307	35	80	31	1.5	44	71	1.5	39.2	0.46	1	1.4	0.65	2.1	11.0	1.4	7100	9000
2308	40	90	33	1.5	49	81	1.5	44.8	0.43	1	1.5	0.65	2.3	13.2	1.5	6300	8000
2309	45	100	36	1.5	54	91	1.5	55.0	0.42	1	1.5	0.65	2.3	16.2	1.6	5600	7100
2310	50	110	40	2	60	100	2	64.5	0.43	1	1.5	0.65	2.3	19.8	1.6	5000	6300
2311	55	120	43	2	65	110	2	75.2	0.41	1	1.5	0.65	2.4	23.5	1.6	4800	6000
2312	60	130	46	2.1	72	118	2.1	86.8	0.41	1	1.6	0.65	2.5	27.5	1.6	4300	5300
2313	65	140	48	2.1	77	128	2.1	90.0	0.38	1	1.6	0.65	2.6	32.5	1.7	3800	4800
2314	70	150	51	2.1	82	138	2.1	110	0.38	1	1.7	0.65	2.6	37.5	1.8	3600	4500
2315	75	160	55	2.1	87	148	2.1	122	0.38	1	1.7	0.65	2.6	42.8	1.7	3400	4300
2316	80	170	58	2.1	92	158	2.1	128	0.39	1	1.6	0.65	2.5	45.5	1.7	3200	4000
2317	85	180	60	3	99	166	2.5	140	0.38	1	1.7	0.65	2.6	51.0	1.7	3000	3800
2318	90	190	64	3	104	176	2.5	142	0.39	1	1.6	0.65	2.5	57.2	1.7	2800	3600
2319	95	200	67	3	109	186	2.5	162	0.38	1	1.7	0.65	2.6	64.2	1.8	2800	3400
2320	100	215	73	3	114	201	2.5	192	0.37	1	1.7	0.65	2.6	78.5	1.8	2400	3200

3. 圆柱滚子轴承（GB/T 283—2007）（表 12-19）

表 12-19 圆柱滚子轴承外形尺寸



标准外形　　　　安装尺寸

标记示例：滚动轴承 NU308EGB/T 283—2007

当量动载荷 $P_r=F_r$

当量静载荷 $P_{0r}=F_r$

（续）

轴承代号		尺寸/mm					安装尺寸/mm						基本额定载荷/kN		极限转速/(r/min)	
		d	D	B	r_s min	r_{1s} min	d_a max	d_a min	d_b min	D_a max	r_{as} max	r_{bs} max	C_r	C_{0r}	脂润滑	油润滑
02 系 列																
N204E	NU204E	20	47	14	1	0.6	26	24	29	42	1	0.6	25.8	24.0	12000	16000
N205E	NU205E	25	52	15	1	0.6	31	29	34	47	1	0.6	27.5	26.8	10000	14000
N206E	NU206E	30	62	16	1	0.6	37	34	40	57	1	0.6	36.0	35.5	8500	11000
N207E	NU207E	35	72	17	1.1	0.6	43	39	46	65.5	1	0.6	46.5	48.0	7500	9500
N208E	NU208E	40	80	18	1.1	1.1	49	46.5	52	73.5	1	1	51.5	53.0	7000	9000
N209E	NU209E	45	85	19	1.1	1.1	54	51.5	57	78.5	1	1	58.5	63.8	6300	8000
N210E	NU210E	50	90	20	1.1	1.1	58	56.5	62	83.5	1	1	61.2	69.2	6000	7500
N211E	NU211E	55	100	21	1.5	1.1	65	61.5	68	92	1.5	1	80.2	95.5	5300	6700
N212E	NU212E	60	110	22	1.5	1.5	71	68	75	102	1.5	1.5	89.8	102	5000	6300
N213E	NU213E	65	120	23	1.5	1.5	77	73	81	112	1.5	1.5	102	118	4500	5600
N214E	NU214E	70	125	24	1.5	1.5	82	78	86	117	1.5	1.5	112	135	4300	5300
N215E	NU215E	75	130	25	1.5	1.5	87	83	90	122	1.5	1.5	125	155	4000	5000
N216E	NU216E	80	140	26	2	2	94	89	97	131	2	2	132	165	3800	4800
N217E	NU217E	85	150	28	2	2	99	94	104	141	2	2	158	192	3600	4500
N218E	NU218E	90	160	30	2	2	105	99	109	151	2	2	172	215	3400	4300
N219E	NU219E	95	170	32	2.1	2.1	111	106	116	159	2.1	2.1	208	262	3200	4000
N220E	NU220E	100	180	34	2.1	2.1	117	111	122	169	2.1	2.1	235	302	3000	3800
03 系 列																
N304E	NU304E	20	52	15	1.1	0.6	27	24	30	45.5	1	0.6	29.0	25.5	11000	15000
N305E	NU305E	25	62	17	1.1	1.1	33	31.5	37	55.5	1	1	38.5	35.8	9000	12000
N306E	NU306E	30	72	19	1.1	1.1	40	36.5	44	65.5	1	1	49.2	48.2	8000	10000
N307E	NU307E	35	80	21	1.5	1.1	45	41.5	48	72	1.5	1	62.0	63.2	7000	9000
N308E	NU308E	40	90	23	1.5	1.5	51	48	55	82	1.5	1.5	76.8	77.8	6300	8000
N309E	NU309E	45	100	25	1.5	1.5	57	53	60	92	1.5	1.5	93.0	98.0	5600	7000
N310E	NU310E	50	110	27	2	2	63	59	67	101	2	2	105	112	5300	6700
N311E	NU311E	55	120	29	2	2	69	64	72	111	2	2	128	138	4800	6000
N312E	NU312E	60	130	31	2.1	2.1	75	71	79	119	2.1	2.1	142	155	4500	5600
N313E	NU313E	65	140	33	2.1	2.1	81	76	85	129	2.1	2.1	170	188	4000	5000
N314E	NU314E	70	150	35	2.1	2.1	87	81	92	139	2.1	2.1	195	220	3800	4800
N315E	NU315E	75	160	37	2.1	2.1	93	86	97	149	2.1	2.1	228	260	3600	4500
N316E	NU316E	80	170	39	2.1	2.1	99	91	105	159	2.1	2.1	245	282	3400	4300
N317E	NU317E	85	180	41	3	3	106	98	110	167	2.5	2.5	280	332	3200	4000
N318E	NU318E	90	190	43	3	3	111	103	117	177	2.5	2.5	298	348	3000	3800
N319E	NU319E	95	200	45	3	3	119	108	124	187	2.5	2.5	315	380	2800	3600
N320E	NU320E	100	215	47	3	3	125	113	132	202	2.5	2.5	365	425	2400	3200

（续）

轴承代号		尺寸/mm					安装尺寸/mm						基本额定载荷/kN		极限转速/(r/min)	
		d	D	B	r_s min	r_{1s} min	d_a max	d_a min	d_b min	D_a max	r_{as} max	r_{bs} max	C_r	C_{0r}	脂润滑	油润滑
04 系 列																
N406E	NU406	30	90	23	1.5	1.5	44	38	47	82	1.5	1.5	57.2	53.0	7000	9000
N407E	NU407	35	100	25	1.5	1.5	52	43	55	92	1.5	1.5	70.8	68.2	6000	7500
N408E	NU408	40	110	27	2	2	57	49	60	101	2	2	90.5	89.8	5600	7000
N409E	NU409	45	120	29	2	2	63	54	66	111	2	2	102	100	5000	6300
N410E	NU410	50	130	31	2.1	2.1	69	61	73	119	2.1	2.1	120	120	4800	6000
N411E	NU411	55	140	33	2.1	2.1	76	66	79	129	2.1	2.1	128	132	4300	5300
N412E	NU412	60	150	35	2.1	2.1	82	71	85	139	2.1	2.1	155	162	4000	5000
N413E	NU413	65	160	37	2.1	2.1	88	76	91	149	2.1	2.1	170	178	3800	4800
N414E	NU414	70	180	42	3	3	99	83	102	167	2.5	2.5	215	232	3400	4300
N415E	NU415	75	190	45	3	3	103	88	107	177	2.5	2.5	250	272	3200	4000
N416E	NU416	80	200	48	3	3	109	93	112	187	2.5	2.5	285	315	3000	3800
N417E	NU417	85	210	52*	4	4	111	101	115	194	3.0	3.0	312	345	2800	3600
N418E	NU418	90	225	54	4	4	122	106	125	209	3.0	3.0	352	392	2400	3200
N419E	NU419	95	240	55	4	4	132	111	136	224	3.0	3.0	378	428	2200	3000
N420E	NU420	100	250	58	4	4	137	116	141	234	3.0	3.0	418	480	2000	2800
22 系 列																
N2205E	NU2205E	25	52	18	1	0.6	31	29	34	47	1	0.6	32.8	33.8	10000	14000
N2206E	NU2206E	30	62	20	1	0.6	37	34	40	57	1	0.6	45.5	48.0	8500	11000
N2207E	NU2207E	35	72	23	1.1	0.6	43	39	46	65.5	1	0.6	57.5	63.0	7500	9500
N2208E	NU2208E	40	80	23	1.1	1.1	49	46.5	52	73.5	1	1	67.5	75.2	7000	9000
N2209E	NU2209E	45	85	23	1.1	1.1	54	51.5	57	78.5	1	1	71.0	82.0	6300	8000
N2210E	NU2210E	50	90	23	1.1	1.1	58	56.5	62	83.5	1	1	74.2	88.8	6000	7500
N2211E	NU2211E	55	100	25	1.5	1.1	65	61.5	68	92	1.5	1	94.8	118	5300	6700
N2212E	NU2212E	60	110	28	1.5	1.5	71	68	75	102	1.5	1.5	122	152	5000	6300
N2213E	NU2213E	65	120	31	1.5	1.5	77	73	81	112	1.5	1.5	142	180	4500	5600
N2214E	NU2214E	70	125	31	1.5	1.5	82	78	86	117	1.5	1.5	148	192	4300	5300
N2215E	NU2215E	75	130	31	1.5	1.5	87	83	90	122	1.5	1.5	155	205	4000	5000
N2216E	NU2216E	80	140	33	2	2	94	89	97	131	2	2	178	242	3800	4800
N2217E	NU2217E	85	150	36	2	2	99	94	104	141	2	2	205	272	3600	4500
N2218E	NU2218E	90	160	40	2	2	105	99	109	151	2	2	230	312	3400	4300
N2219E	NU2219E	95	170	43	2.1	2.1	111	106	116	159	2.1	2.1	275	368	3200	4000
N2220E	NU2220E	100	180	46	2.1	2.1	117	111	122	169	2.1	2.1	318	440	3000	3800

4. 角接触球轴承（GB/T 292—2007）（表 12-20）
5. 圆锥滚子轴承（GB/T 297—1994）（表 12-21）
6. 推力球轴承（GB/T 301—1995）（表 12-22）

表 12-20　角接触球轴承外形尺寸

标准外形　　　安装尺寸

标记示例：滚动轴承 7216GB/T 292—2007

F_a/C_{0r}	e	Y		7000C 型	7000AC 型
0.015	0.38	1.47	当量动载荷	当 $F_a/F_r \leqslant e$　$P_r = F_r$	当 $F_a/F_r \leqslant 0.68$　$P_r = F_r$
0.029	0.40	1.40		当 $F_a/F_r > e$　$P_r = 0.44F_r + YF_a$	当 $F_a/F_r > 0.68$　$P_r = 0.41F_r + 0.87F_a$
0.058	0.43	1.30			
0.087	0.46	1.23			
0.12	0.47	1.19			
0.17	0.50	1.12	当量静载荷	$P_{0r} = 0.5F_r + 0.46F_a$	$P_{0r} = 0.5F_r + 0.38F_a$
0.29	0.55	1.02		当 $P_{0r} < F_r$　取 $P_{0r} = F_r$	当 $P_{0r} < F_r$　取 $P_{0r} = F_r$
0.44	0.56	1.00			
0.58	0.56	1.00			

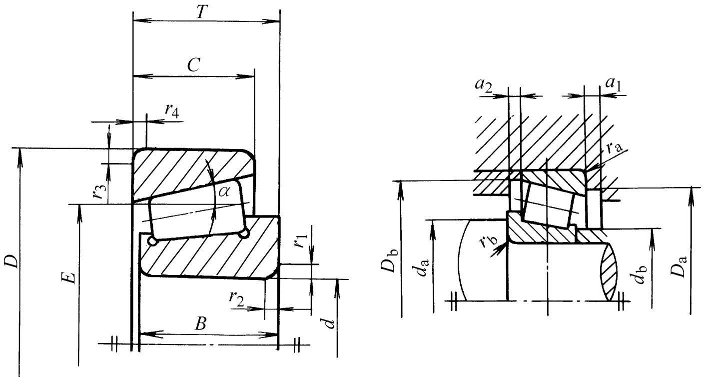
轴承代号		尺寸/mm						安装尺寸/mm			基本额定载荷				极限转速/(r/min)			
											C_r/kN		C_{0r}/kN		脂润滑		油润滑	
		d	D	B	T	r_{smin}	r_{1smin}	d_a	D_a	r_{asmax}	7000C	7000AC	7000C	7000AC	7000C	7000AC	7000C	7000AC
10 系列																		
7000C	7000AC	10	26	8	8	0.3	0.1	12.4	23.6	0.3	4.92	4.75	2.25	2.12	19000	19000	28000	28000
7001C	7001AC	12	28	8	8	0.3	0.1	14.4	25.6	0.3	5.42	5.20	2.65	2.55	18000	18000	26000	26000
7002C	7002AC	15	32	9	9	0.3	0.1	17.4	29.6	0.3	6.25	5.95	3.42	3.25	17000	17000	24000	24000
7003C	7003AC	17	35	10	10	0.3	0.1	19.4	32.6	0.3	6.60	6.30	3.85	3.68	16000	16000	22000	22000
7004C	7004AC	20	42	12	12	0.6	0.3	25	37	0.6	10.5	10.0	6.08	5.78	14000	14000	19000	19000
7005C	7005AC	25	47	12	—	0.6	0.3	30	42	0.6	11.5	11.2	7.45	7.08	12000	12000	17000	17000
7006C	7006AC	30	55	13	—	1	0.3	36	49	1	15.2	14.5	10.2	9.85	9500	9500	14000	14000
7007C	7007AC	35	62	14	—	1	0.3	41	56	1	19.5	18.5	14.2	13.5	8500	8500	12000	12000
7008C	7008AC	40	68	15	—	1	0.3	46	62	1	20.0	19.0	15.2	14.5	8000	8000	11000	11000
7009C	7009AC	45	75	16	—	1	0.3	51	69	1	25.8	25.8	20.5	19.5	7500	7500	10000	10000

（续）

轴承代号		尺寸/mm						安装尺寸/mm			基本额定载荷				极限转速/(r/min)			
											C_r/kN		C_{0r}/kN		脂润滑		油润滑	
		d	D	B	T	r_{smin}	r_{1smin}	d_a	D_a	r_{asmax}	7000C	7000AC	7000C	7000AC	7000C	7000AC	7000C	7000AC
10 系 列																		
7010C	7010AC	50	80	16	—	1	0.3	56	74	1	26.5	25.2	22.0	21.0	6700	6700	9000	9000
7011C	7011AC	55	90	18	—	1.1	0.6	62	83	1	37.2	35.2	30.5	29.2	6000	6000	8000	8000
7012C	7012AC	60	95	18	—	1.1	0.6	67	88	1	38.2	36.2	32.8	31.5	5600	5600	7500	7500
7013C	7013AC	65	100	18	—	1.1	0.6	72	93	1	40.0	38.0	35.5	33.8	5300	5300	7000	7000
7014C	7014AC	70	110	20	—	1.1	0.6	77	103	1	48.2	45.8	43.5	41.5	5000	5000	6700	6700
7015C	7015AC	75	115	20	—	1.1	0.6	82	108	1	49.5	46.8	46.5	44.2	4800	4800	6300	6300
7016C	7016AC	80	125	22	—	1.1	0.6	89	116	1.5	58.5	55.5	55.8	53.2	4500	4500	6000	6000
7017C	7017AC	85	130	22	—	1.1	0.6	94	121	1.5	62.5	59.2	60.2	57.2	4300	4300	5600	5600
7018C	7018AC	90	140	24	—	1.5	0.6	99	131	1.5	71.5	67.5	69.8	66.5	4000	4000	5300	5300
7019C	7019AC	95	145	24	—	1.5	0.6	104	136	1.5	73.5	69.5	73.2	69.8	3800	3800	5000	5000
7020C	7020AC	100	150	24	—	1.5	0.6	109	141	1.5	79.2	75	78.5	74.8	3800	3800	5000	5000
02 系 列																		
7200C	7200AC	10	30	9	9	0.6	0.3	15	25	0.6	5.82	5.58	2.95	2.82	18000	18000	26000	26000
7201C	7201AC	12	32	10	10	0.6	0.3	17	27	0.6	7.35	7.10	3.52	3.35	17000	17000	24000	24000
7202C	7202AC	15	35	11	11	0.6	0.3	20	30	0.6	8.68	8.35	4.62	4.40	16000	16000	22000	22000
7203C	7203AC	17	40	12	12	0.6	0.3	22	35	0.6	10.8	10.5	5.95	5.65	15000	15000	20000	20000
7204C	7204AC	20	47	14	14	1	0.3	26	41	1	14.5	14.0	8.22	7.82	13000	13000	18000	18000
7205C	7205AC	25	52	15	15	1	0.3	31	46	1	16.5	15.8	10.5	9.88	11000	11000	16000	16000
7206C	7206AC	30	62	16	16	1	0.3	36	56	1	23.0	22.0	15.0	14.2	9000	9000	13000	13000
7207C	7207AC	35	72	17	17	1.1	0.3	42	65	1	30.5	29.0	20.0	19.2	8000	8000	11000	11000
7208C	7208AC	40	80	18	18	1.1	0.6	47	73	1	36.8	35.2	25.8	24.5	7500	7500	10000	10000
7209C	7209AC	45	85	19	19	1.1	0.6	52	78	1	38.5	36.8	28.5	27.2	6700	6700	9000	9000
7210C	7210AC	50	90	20	20	1.1	0.6	57	83	1	42.8	40.8	32.0	30.5	6300	6300	8500	8500
7211C	7211AC	55	100	21	21	1.5	0.6	64	91	1.5	52.8	50.5	40.5	38.5	5600	5600	7500	7500
7212C	7212AC	60	110	22	22	1.5	0.6	69	101	1.5	61.0	58.2	48.5	46.2	5300	5300	7000	7000
7213C	7213AC	65	120	23	23	1.5	0.6	74	111	1.5	69.8	66.5	55.2	52.5	4800	4800	6300	6300
7214C	7214AC	70	125	24	24	1.5	0.6	79	116	1.5	70.2	69.2	60.0	57.5	4500	4500	6000	6000
7215C	7215AC	75	130	25	25	1.5	0.6	84	121	1.5	79.2	75.2	65.8	63.0	4300	4300	5600	5600
7216C	7216AC	80	140	26	26	2	1	90	130	2	89.5	85.0	78.2	74.5	4000	4000	5300	5300
7217C	7217AC	85	150	28	28	2	1	95	140	2	99.8	94.8	85.0	81.5	3800	3800	5000	5000
7218C	7218AC	90	160	30	30	2	1	100	150	2	122	118	105	100	3600	3600	4800	4800
7219C	7219AC	95	170	32	32	2.1	1.1	107	158	2.1	135	128	115	108	3400	3400	4500	4500
7220C	7220AC	100	180	34	34	2.1	1.1	112	168	2.1	148	142	128	122	3200	3200	4300	4300

注：d——内径；D——外径；B——内、外圈宽度；T——轴承宽度；r——倒角尺寸；r_{smin}——r 的最小单一倒角尺寸；r_1——套圈窄端面倒角尺寸；r_{1smin}——r_1 的最小单一倒角尺寸。

表 12-21　圆锥滚子轴承外形尺寸



标准外形　　安装尺寸

标记示例：

滚动轴承 30312GB/T 297—1994

当量动载荷	当 $\frac{F_a}{F_r} \leqslant e$　$P_r = F_r$ 当 $\frac{F_a}{F_r} > e$　$P_r = 0.4F_r + YF_a$
当量静载荷	$P_{0r} = 0.5F_r + Y_0F_a$ 若 $P_{0r} < F_r$，取 $P_{0r} = F_r$

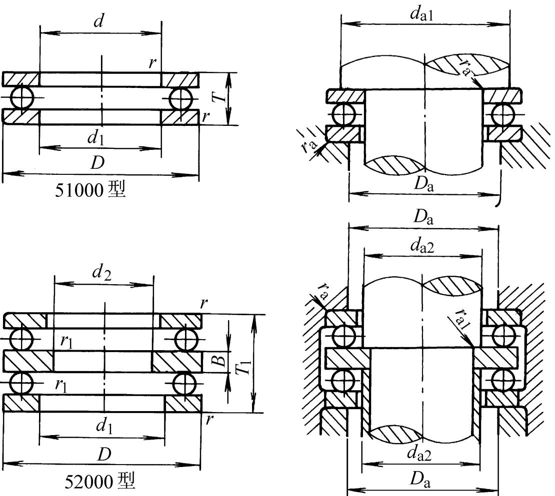
轴承代号	尺寸/mm								安装尺寸/mm								基本额定载荷/kN		e	Y	Y_0	极限转速/(r/min)	
	d	D	B	C	T	r_{1smin} r_{2smin}	r_{3smin} r_{4smin}	α	d_a min	d_b max	D_a min	D_b min	a_1 min	a_2 min	r_{as} max	r_{bs} max	C_r	C_{0r}				脂润滑	油润滑
02 系列																							
30203	17	40	12	11	13.25	1	1	12°57′10″	23	23	34	37	2	2.5	1	1	20.8	21.8	0.35	1.7	1	9000	12000
30204	20	47	14	12	15.25	1	1	12°57′10″	26	27	40	43	2	3.5	1	1	28.2	30.5	0.35	1.7	1	8000	10000
30205	25	52	15	13	16.25	1	1	14°02′10″	31	31	44	48	2	3.5	1	1	32.2	37.0	0.37	1.6	0.9	7000	9000
30206	30	62	16	14	17.25	1	1	14°02′10″	36	37	53	58	2	3.5	1	1	43.2	50.5	0.37	1.6	0.9	6000	7500
30207	35	72	17	15	18.25	1.5	1.5	14°02′10″	42	44	62	67	3	3.5	1.5	1.5	54.2	63.5	0.37	1.6	0.9	5300	6700
30208	40	80	18	16	19.75	1.5	1.5	14°02′10″	47	49	69	75	3	4	1.5	1.5	63.0	74.0	0.37	1.6	0.9	5000	6300
30209	45	85	19	16	20.75	1.5	1.5	15°06′34″	52	53	74	80	3	5	1.5	1.5	67.8	83.5	0.4	1.5	0.8	4500	5600
30210	50	90	20	17	21.75	1.5	1.5	15°38′32″	57	58	79	86	3	5	1.5	1.5	73.2	92.0	0.42	1.4	0.8	4300	5300
30211	55	100	21	18	22.75	2	1.5	15°06′94″	64	64	88	95	4	5	2	1.5	90.8	115	0.4	1.5	0.8	4000	5000
30212	60	110	22	19	23.75	2	1.5	15°06′34″	69	69	96	103	4	5	2	1.5	102	130	0.4	1.5	0.8	3600	4500
30213	65	120	23	20	24.75	2	1.5	15°06′34″	74	77	106	114	4	5	2	1.5	120	152	0.4	1.5	0.8	3200	4000
30214	70	125	24	21	26.25	2	1.5	15°38′32″	79	81	110	119	4	5.5	2	1.5	132	175	0.42	1.4	0.8	3000	3800
30215	75	130	25	22	27.25	2	1.5	16°10′20″	84	85	115	125	4	5.5	2	1.5	138	185	0.44	1.4	0.8	2800	3600
30216	80	140	26	22	28.25	2.5	2	15°38′32″	90	90	124	133	4	6	2.1	2	160	212	0.42	1.4	0.8	2600	3400

（续）

轴承代号	尺寸/mm								安装尺寸/mm								基本额定载荷/kN		e	Y	Y_0	极限转速/(r/min)	
	d	D	B	C	T	r_{1smin} r_{2smin}	r_{3smin} r_{4smin}	α	d_a min	d_b max	D_a min	D_b min	a_1 min	a_2 min	r_{as} max	r_{bs} max	C_r	C_{0r}				脂润滑	油润滑
02 系 列																							
30217	85	150	28	24	30.5	2.5	2	15°38′32″	95	96	132	142	5	6.5	2.1	2	178	238	0.42	1.4	0.8	2400	3200
30218	90	160	30	26	32.5	2.5	2	15°38′32″	100	102	140	151	5	6.5	2.1	2	200	270	0.42	1.4	0.8	2200	3000
30219	95	170	32	27	34.5	3	2.5	15°38′32″	107	108	149	160	5	7.5	2.5	2.1	228	308	0.42	1.4	0.8	2000	2800
30220	100	180	34	29	37	3	2.5	15°38′32″	112	114	157	169	5	8	2.5	2.1	255	350	0.42	1.4	0.8	1900	2600
03 系 列																							
30302	15	42	13	11	14.25	1	1	10°45′29″	21	22	36	38	2	3.5	1	1	22.8	21.5	0.29	2.1	1.2	9000	11200
30303	17	47	14	12	15.25	1	1	10°45′29″	23	25	40	43	3	3.5	1	1	28.2	27.2	0.29	2.1	1.2	8500	11000
30304	20	52	15	13	16.25	1.5	1.5	11°18′36″	27	28	44	48	3	3.5	1.5	1.5	33.0	33.2	0.3	2	1.1	7500	9500
30305	25	62	17	15	18.25	1.5	1.5	11°18′36″	32	34	54	58	3	3.5	1.5	1.5	46.8	48.0	0.3	2	1.1	6300	8000
30306	30	72	19	16	20.75	1.5	1.5	11°51′35″	37	40	62	66	3	5	1.5	1.5	59.0	63.0	0.31	1.9	1.1	5600	7000
30307	35	80	21	18	22.75	2	1.5	11°51′35″	44	45	70	74	3	5	2	1.5	75.2	82.5	0.31	1.9	1.1	5000	6300
30308	40	90	23	20	25.25	2	1.5	12°57′10″	49	52	77	84	3	5.5	2	1.5	90.8	108	0.35	1.7	1	4500	5600
30309	45	100	25	22	27.25	2	1.5	12°57′10″	54	59	86	94	3	5.5	2	1.5	108	130	0.35	1.7	1	4000	5000
30310	50	110	27	23	29.25	2.5	2	12°57′10″	60	65	95	103	4	6.5	2	2	130	158	0.35	1.7	1	3800	4800
30311	55	120	29	25	31.5	2.5	2	12°57′10″	65	70	104	112	4	6.5	2.5	2	152	188	0.35	1.7	1	3400	4300
30312	60	130	31	26	33.5	3	2.5	12°57′10″	73	76	112	121	5	7.5	2.5	2.1	170	210	0.35	1.7	1	3200	4000
30313	65	140	33	28	36	3	2.5	12°57′10″	77	83	122	131	5	8	2.5	2.1	195	242	0.35	1.7	1	2800	3600
30314	70	150	35	30	38	3	2.5	12°57′10″	82	89	130	141	5	8	2.5	2.1	218	272	0.35	1.7	1	2600	3400
30315	75	160	37	31	40	3	2.5	12°57′10″	87	95	139	150	5	9	2.5	2.1	252	318	0.35	1.7	1	2400	3200
30316	80	170	39	33	42.5	3	2.5	12°57′10″	92	102	148	160	5	9.5	2.5	2.1	278	352	0.35	1.7	1	2200	3000
30317	85	180	41	34	44.5	4	3	12°57′10″	99	107	156	168	6	10.5	3	2.5	305	388	0.35	1.7	1	2000	2800
30318	90	190	43	36	46.5	4	3	12°57′10″	104	113	165	178	6	10.5	3	2.5	342	440	0.35	1.7	1	1900	2600
30319	95	200	45	38	49.5	4	3	12°57′10″	109	118	172	185	6	11.5	3	2.5	370	478	0.35	1.7	1	1800	2400
30320	100	215	47	39	51.5	4	3	12°57′10″	114	127	184	199	6	12.5	3	2.5	405	525	0.35	1.7	1	1600	2000

注：d——轴承公称内径；D——轴承公称外径；T——轴承公称宽度；B——内圈公称宽度；C——外圈公称宽度；α——公称接触角；r_1——内圈大端面径向公称倒角尺寸；r_{1smin}——r_1 的单向最小尺寸；r_2——内圈大端面轴向公称倒角尺寸；r_{2smin}——r_2 的单向最小尺寸；r_3——外圈大端面径向公称倒角尺寸；r_{3smin}——r_3 的单向最小尺寸；r_4——外圈大端面轴向公称倒角尺寸。

表 12-22　推力球轴承外形尺寸



标准外形

标记示例：滚动轴承 51214　GB/T 301—1995

安装尺寸

当量动载荷　$P_a = F_a$

当量静载荷　$P_{0a} = F_a$

轴承代号		尺寸/mm									安装尺寸/mm					基本额定载荷/kN		极限转速/(r/min)	
51000 型	52000 型	d	d_1	d_2	D	T	T_1	B	r_s min	r_{1s} min	D_a	d_{a1} min	d_{a2} max	r_{as} max	r_{a1s} max	C_a	C_{0a}	脂润滑	油润滑
12、22　系　列																			
51200	—	10	12	—	26	11	—	—	0.6	—	16	20	—	0.6	—	12.5	17.0	5600	8000
51201	—	12	14	—	28	11	—	—	0.6	—	18	22	—	0.6	—	13.2	19.0	5300	7500
51202	52202	15	17	10	32	12	22	5	0.6	0.3	22	25	15	0.6	0.3	16.5	24.8	4800	6700
51203	—	17	19	—	35	12	—	—	0.6	—	24	28	—	0.6	—	17.0	27.2	4500	6300

（续）

轴承代号		尺寸/mm									安装尺寸/mm					基本额定载荷/kN		极限转速/(r/min)	
51000 型	52000 型	d	d_1	d_2	D	T	T_1	B	r_s min	r_{1s} min	D_a	d_{a1} min	d_{a2} max	r_{as} max	r_{a1s} max	C_a	C_{0a}	脂润滑	油润滑
12、22 系列																			
51204	52204	20	22	15	40	14	26	6	0.6	0.3	28	32	20	0.6	0.3	22.2	37.5	3800	5300
51205	52205	25	27	20	47	15	28	7	0.6	0.3	34	38	25	0.6	0.3	27.8	50.5	3400	4800
51206	52206	30	32	25	52	16	29	7	0.6	0.3	39	43	30	0.6	0.3	28.0	54.2	3200	4500
51207	52207	35	37	30	62	18	34	8	1	0.3	46	51	35	1	0.3	39.2	78.2	2800	4000
51208	52208	40	42	30	68	19	36	9	1	0.6	51	57	40	1	0.6	47.0	98.2	2400	3600
51209	52209	45	47	35	73	20	37	9	1	0.6	56	62	45	1	0.6	47.8	105	2200	3400
51210	52210	50	52	40	78	22	39	9	1	0.6	61	67	50	1	0.6	48.5	112	2000	3200
51211	52211	55	57	45	90	25	45	10	1	0.6	69	76	55	1	0.6	67.5	158	1900	3000
51212	52212	60	62	50	95	26	46	10	1	0.6	74	81	60	1	0.6	73.5	178	1800	2800
51213	52213	65	67	55	100	27	47	10	1	0.6	79	86	65	1	0.6	74.8	188	1700	2600
51214	52214	70	72	55	105	27	47	10	1	1	84	91	70	1	0.9	73.5	188	1600	2400
51215	52215	75	77	60	110	27	47	10	1	1	89	96	75	1	1	74.8	198	1500	2200
51216	52216	80	82	65	115	28	48	10	1	1	94	101	80	1	1	83.8	222	1400	2000
51217	52217	85	88	70	125	31	55	12	1	1	101	109	85	1	1	102	280	1300	1900
51218	52218	90	93	75	135	35	62	14	1.1	1	108	117	90	1	1	115	315	1200	1800
51220	52220	100	103	85	150	38	67	15	1.1	1	120	130	100	1	1	132	375	1100	1700
13、23 系列																			
51304	—	20	22	—	47	18	—	—	1	—	31	36	—	1	—	35.0	55.8	3600	4500
51305	52305	25	27	20	52	18	34	8	1	0.3	36	41	25	1	0.3	35.5	61.5	3000	4300
51306	52306	30	32	25	60	21	38	9	1	0.3	42	48	30	1	0.3	42.8	78.5	2400	3600
51307	52307	35	37	30	68	24	44	10	1	0.3	48	55	35	0	0.3	55.2	105	2000	3200
51308	52308	40	42	30	78	26	49	12	1	0.6	55	63	40	1	0.6	69.2	135	1900	3000
51309	52309	45	47	35	85	28	52	12	1	0.6	61	69	45	1	0.6	75.8	150	1700	2600
51310	52310	50	52	40	95	31	58	14	1.1	0.6	68	77	50	1	0.6	96.5	202	1600	2400

（续）

轴承代号		尺寸/mm									安装尺寸/mm					基本额定载荷/kN		极限转速/(r/min)	
51000 型	52000 型	d	d_1	d_2	D	T	T_1	B	r_s min	r_{1s} min	D_a	d_{a1} min	d_{a2} max	r_{as} max	r_{a1s} max	C_a	C_{0a}	脂润滑	油润滑
13、23 系列																			
51311	52311	55	57	45	105	35	64	15	1.1	0.6	75	85	55	1	0.6	115	242	1500	2200
51312	52312	60	62	50	110	35	64	15	1.1	0.6	80	90	60	1	0.6	118	262	1400	2000
51313	52313	65	67	55	115	36	65	15	1.1	0.6	85	95	65	1	0.6	115	262	1300	1900
51314	52314	70	72	55	125	40	72	16	1.1	1	92	103	70	1	1	148	340	1200	1800
51315	52315	75	77	60	135	44	79	18	1.5	1	99	111	75	1.5	1	162	380	1100	1700
51316	52316	80	82	65	140	44	79	18	1.5	1	104	116	80	1.5	1	160	380	1000	1600
51317	52317	85	88	70	150	49	87	19	1.5	1	111	124	85	1.5	1	208	495	950	1500
51318	52318	90	93	75	155	52	88	19	1.5	1	116	129	90	1.5	1	205	495	900	1400
51320	52320	100	103	85	170	55	97	21	1.5	1	128	142	100	1.5	1	235	595	800	1200
14、24 系列																			
51405	52405	25	27	15	60	24	45	11	1	0.6	39	46	25	1	0.6	55.5	89.2	2200	3400
51406	52406	30	32	20	70	28	52	12	1	0.6	46	54	30	1	0.6	72.5	125	1900	3000
51407	52407	35	37	25	80	32	59	14	1.1	0.6	53	62	35	1	0.6	86.8	155	1700	2600
51408	52408	40	42	30	90	36	65	15	1.1	0.6	60	70	40	1	0.6	112	205	1500	2200
51409	52409	45	47	35	100	39	72	17	1.1	0.6	67	78	45	1	0.6	140	262	1400	2000
51410	52410	50	52	40	110	43	78	18	1.5	0.6	74	86	50	1.5	0.6	160	302	1300	1900
51411	52411	55	57	45	120	48	87	20	1.5	0.6	81	94	55	1.5	0.6	182	355	1100	1700
51412	52412	60	62	50	130	51	93	21	1.5	0.6	88	102	60	1.5	0.6	200	395	1000	1600
51413	52413	65	68	50	140	56	101	23	2	1	95	110	65	2	1	215	448	900	1400
51414	52414	70	73	55	150	60	107	24	2	1	102	118	70	2	1	255	560	850	1300
51415	52415	75	78	60	160	65	115	26	2	1	110	125	75	2	1	268	615	800	1200
51417	52417	85	88	65	180	72	128	29	2.1	1.1	124	141	85	2.1	1	318	782	700	1000
51418	52418	90	93	70	190	77	135	30	2.1	1.1	131	149	90	2.1	1	325	825	670	950
51420	52420	100	103	80	210	85	150	33	3	1.1	145	165	100	2.5	1	400	1080	600	850

12.1.6 滚动轴承座

表 12-23 所列轴承座适用于用油脂润滑的深沟球轴承、调心球轴承、调心滚子轴承，其工作条件为线速度 $v \leqslant 5\text{m/s}$，温度 $t \leqslant 90°\text{C}$。

滚动轴承座的标记示例如下：

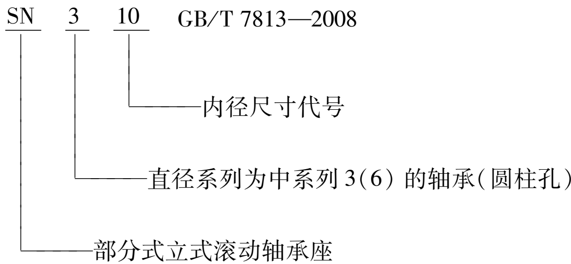
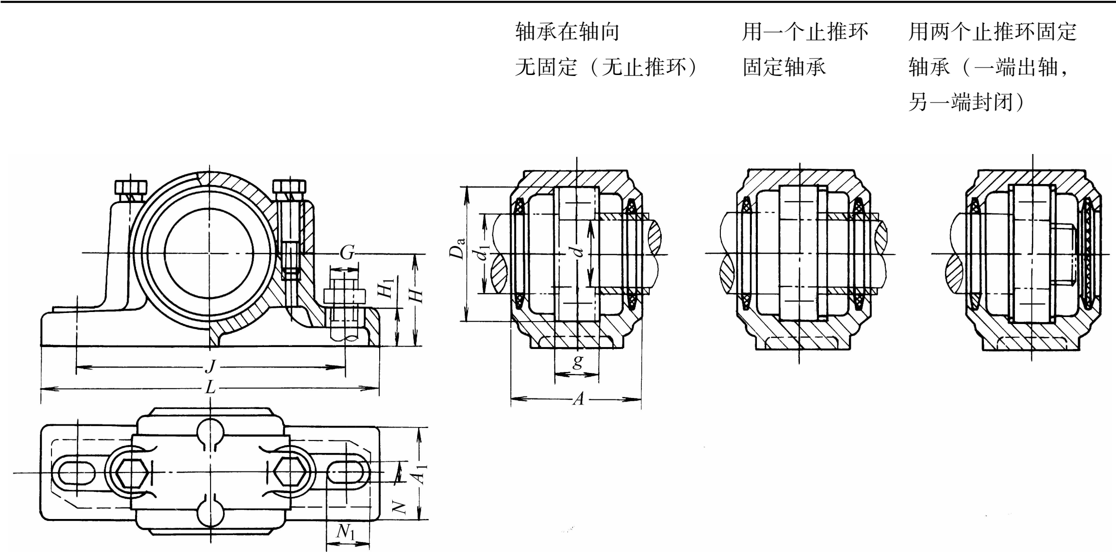


表 12-23 滚动轴承座（GB/T 7813—2008）



标记示例：滚动轴承座 SN208GB/T 7813—2008（部分式立式轻系列内径 40mm 的滚动轴承座）

轻系列轴承座																	
型　号	尺寸/mm													质量 m/kg（大概值）	适用轴承		
	d	d_1	D_a	g	A max	A_1	H	H_1 max	L	J	G（螺栓）	N	N_1 min		深沟球轴承	调心球轴承	调心滚子轴承
SN205	25	30	52	25	72	46	40		170	130				1.3	6205	1205 2205	
SN206	30	35	62	30	82	52	50	22	190	150	M12	15	15	1.8	6206	1206 2206	22206C
SN207	35	45	72	33	85									2.1	6207	1207 2207	22207C/W33

（续）

型　号	尺寸/mm													质量 m/kg（大概值）	适用轴承	
	d	d_1	D_a	g	A max	A_1	H	H_1 max	L	J	G（螺栓）	N	N_1 min		调心球轴承	调心滚子轴承
SN208	40	50	80	33	92	60	60	25	210	170	M12	15	15	2. 6	1208 2208	22208C—
SN209	45	55	85	31										2. 8	1209 2209	22209C—
SN210	50	60	90	33	100									3. 1	1210 2210	22210C—
SN211	55	65	100	33	105	70	70	28	270	210	M16	18	18	4. 3	1211 2211	22211C—
SN212	60	70	110	38	115			30						5. 0	1212 2212	22212C—
SN213	65	75	120	43	120	80	80	30	290	230				6. 3	1213 2213	22213C—
SN214	70	80	125	44	120									6. 4	1214 2214	22214C—
SN215	75	85	130	41	125									7. 0	1215 2215	22215C—
SN216	80	90	140	43	135	90	95	32	330	260	M20	22	22	9. 3	1216 2216	22216C—
SN217	85	95	150	46	140									9. 8	1217 2217	22217C—
SN218	90	100	160	62. 4	145	100	100	35	360	290				12. 3	1218 2218	22218C—
SN220	100	115	180	70. 3	165	110	112	40	400	320	M24	26	26	16. 5	1220 2220	22220C 23220C
SN222	110	125	200	80	177	120	125	45	420	350				19. 3	1222 2222	22220C 23222C
SN224[①]	120	135	215	86	187		140							24. 6	—	22224C 23224C
SN226[①]	130	145	230	90	192	130	150	50	450	380				30. 0	—	22226C 23226C
SN228[①]	140	155	250	98	207	150			510	420	M30	35	35	37. 0	—	22228C 23228C
SN230[①]	150	165	270	106	224	160	160	60	540	450				45. 0	—	22230C 23230C
SN232[①]	160	175	290	114	237		170		560	470				53. 0	—	22232C 23232C

（续）

型　号	尺寸/mm													质量 m/kg（大概值）	适用轴承	
	d	d_1	D_a	g	A max	A_1	H	H_1 max	L	J	G（螺栓）	N	N_1 min		调心球轴承	调心滚子轴承
中系列轴承座																
SN305	25	30	62	34	82	52	50	22	185	150	M12	15	20	1.9	1305 2305	—
SN306	30	35	72	37	85									2.1	1306 2306	—
SN307	35	45	80	41	92	60	60	25	205	170				3.0	1307 2307	—
SN308	40	50	90	43	100									3.3	1308 2308	22308C， 21308C
SN309	45	55	100	46	105	70	70	28	255	210	M16	18	23	4.6	1309 2309	22309C， 21309C
SN310	50	60	110	50	115			30						5.1	1310 2310	22310C， 21310C
SN311	55	65	120	53	120	80	80	30	275	230				6.5	1311 2311	22311C， 21311C
SN312	60	70	130	56	125				280					7.3	1312 2312	22312C， 21312C
SN313	65	75	140	58	135	90	95	32	315	260	M20	22	27	9.7	1313 2313	22313C， 21313C
SN314	70	80	150	61	140				320					11.0	1314 2314	22314C， 21314C
SN315	75	85	160	65	145	100	100	35	345	290				14.0	1315 2315	22315C， 21315C
SN316	80	90	170	68	150		112							13.8	1316 2316	22316C， 21316C
SN317	85	95	180	70	165	110	112	40	380	320	M24	26	32	15.8	1317 2317	22317C， 21317C

① SN224 ~ SN232 应装有吊环螺钉。

12.1.7　滚动轴承的轴向固定

1. 内圈的轴向固定

在图 12-3 中，图 12-3a 所示是用垫圈、六角槽形螺母和开口销固定；图 12-3b 所示是用圆螺母和紧定螺钉固定；图 12-3c 所示是用开口螺母和拉紧螺钉固定；图 12-3d 所示是用杯形压盖、螺钉和止动垫片固定；图 12-3e 所示是用端面有挡边的环形套筒、环形垫圈和螺栓固定；图 12-3f 所示是用端面有挡边的环形套筒、止退垫圈、螺母和螺栓固定；图 12-3g 所示是用螺母、止退垫圈及内圈间的隔离环固定；图 12-3h 所示是用开口弹簧挡圈固定；图

12-3i 所示是用圆螺母和止退垫圈固定。

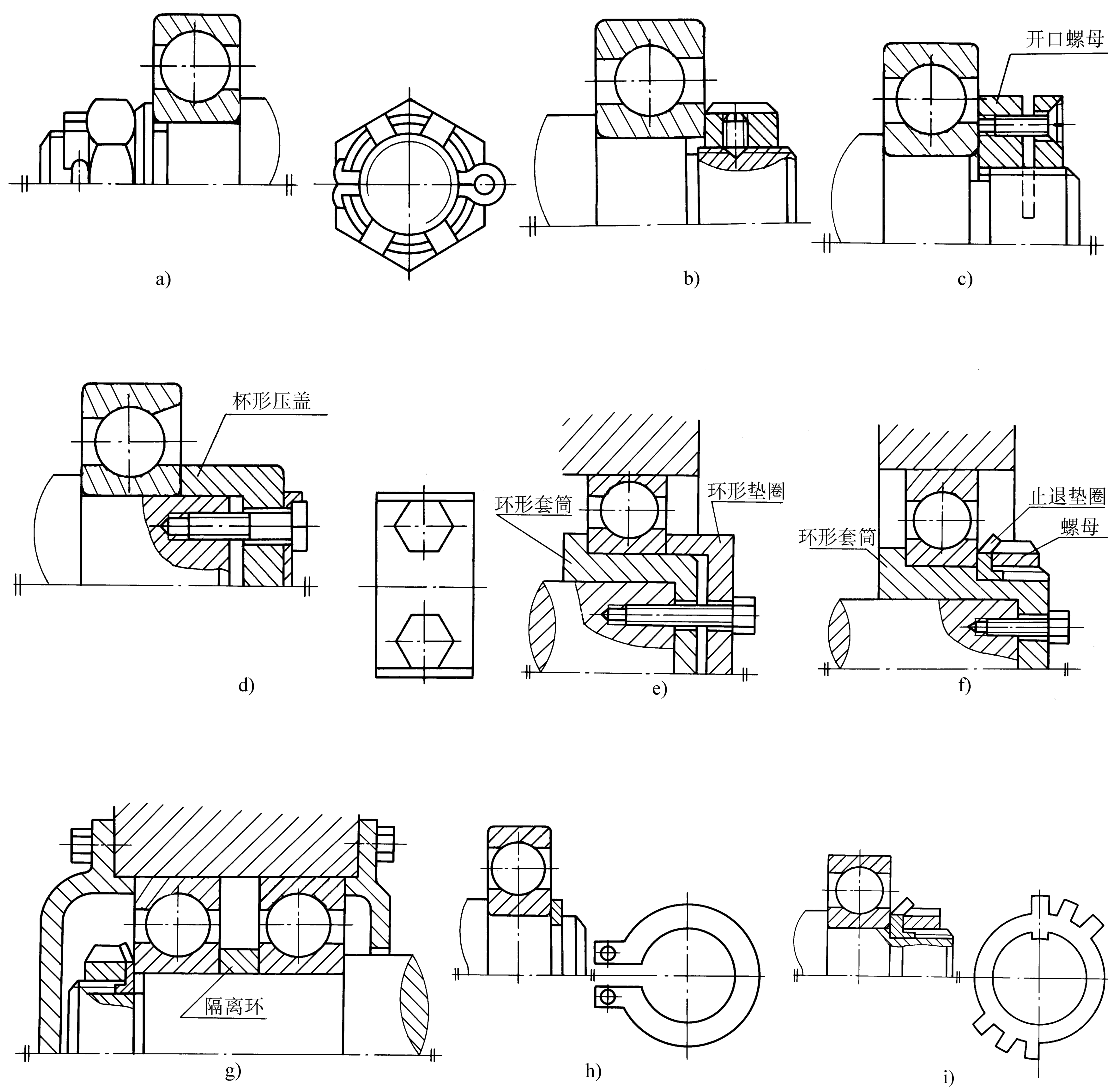


图 12-3

2. 外圈的轴向固定

在图 12-4 中，图 12-4a 所示是用轴承盖、垫圈和螺钉固定；图 12-4b 所示是用开口止推弹簧圈固定；图 12-4c 所示是用装入外圈止动槽内的止推环固定；图 12-4d 所示是用轴承箱盖上的凸缘固定；图 12-4e 所示是用带螺纹的开口轴承端盖固定。

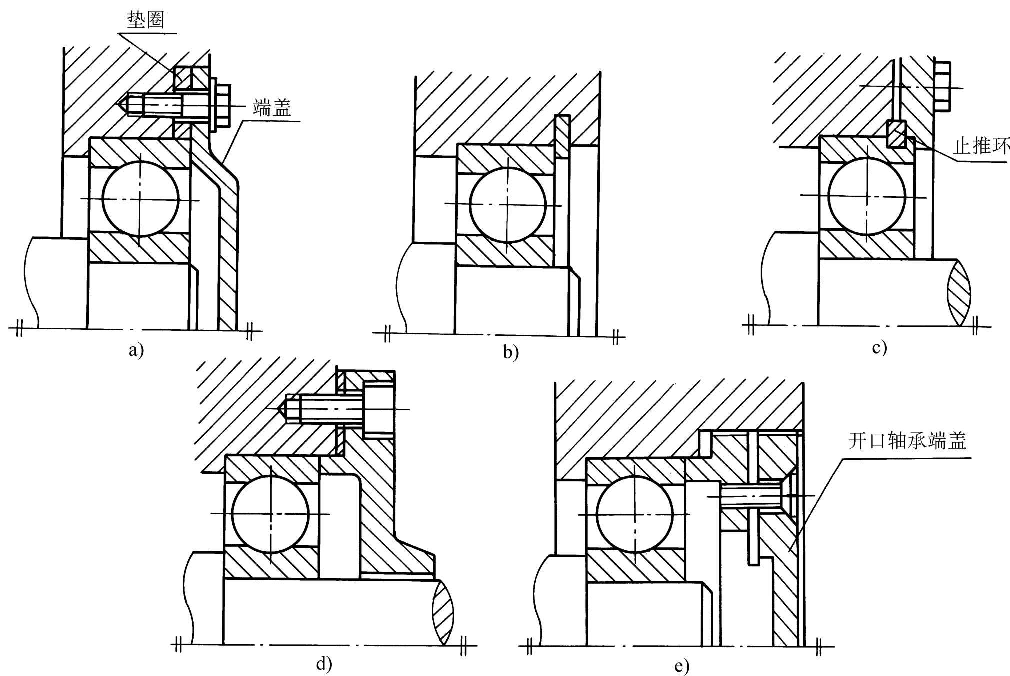


图 12-4

12.2 滑动轴承

12.2.1 滑动轴承座的类型及特点

整体式滑动轴承座和对开式滑动轴承座相比较，前者制造工艺简单，价钱便宜，刚度较大，但安装不便，多用于直径不大的直轴上；后者便于安装，并在轴瓦磨损后有可调性能，应用比较广泛。

JB/T 2560—2007 ~ JB/T 2563—2007 所列各类滑动轴承座（表 12-24）适用于承受径向负荷、环境温度 $t \leqslant 80°C$ 的场合。

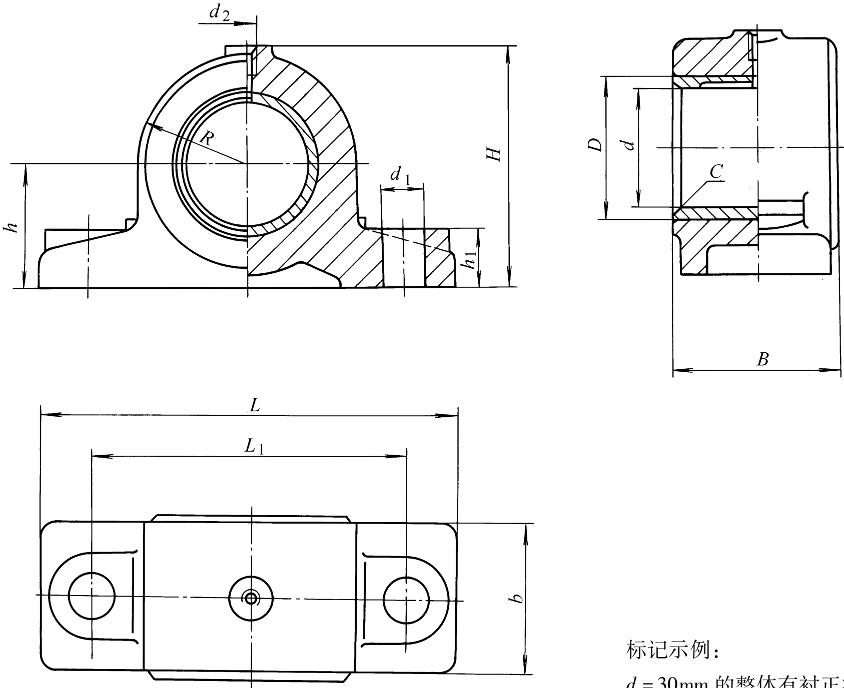
表 12-24 滑动轴承座的类型

轴承座名称	标记示例	型号说明	承 载 性 能
整体有衬 正滑动轴承座	HZ030 轴承座 JB/T 2560—2007	H——滑动轴承座 Z——整体正座 030——轴承内径（mm）	轴承座的负荷方向应在轴承垂直方向的中心线左、右 35°范围内
对开式两螺柱 正滑动轴承座	H2060 轴承座 JB/T 2561—2007	H——滑动轴承座 2——轴承座螺柱数 060——轴承内径（mm）	轴承座的负荷方向应在轴承垂直方向的中心线左、右 35°范围内；当轴肩直径不小于轴瓦肩部外径时，允许承受的轴向负荷不大于最大径向负荷的 30%
对开式四螺柱 正滑动轴承座	H4080 轴承座 JB/T 2562—2007	H——滑动轴承座 4——轴承座螺柱数 080——轴承内径（mm）	
对开式四螺柱 斜滑动轴承座	HX080 轴承座 JB/T 2563—2007	H——滑动轴承座 X——斜座 080——轴承内径（mm）	轴承座的负荷方向应在轴承垂直于分合面中心线左、右 35°范围内；当轴肩直径不小于轴瓦肩部的外径时，允许承受的轴向负荷不大于最大径向负荷的 30%

12.2.2 滑动轴承座的结构尺寸

1. 整体有衬正滑动轴承座（JB/T 2560—2007）（表 12-25）

表 12-25 整体有衬正滑动轴承座结构尺寸 （单位：mm）



标记示例：

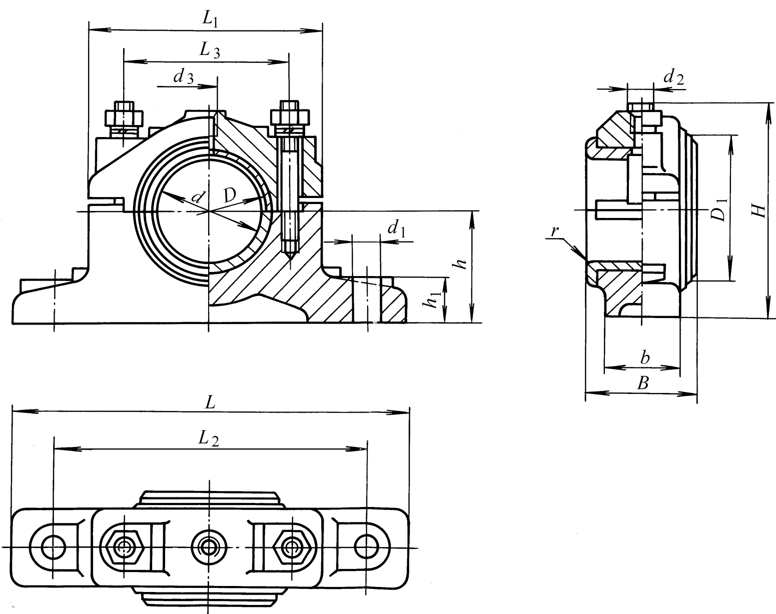
d = 30mm 的整体有衬正滑动轴承座：

HZ020 轴承座 JB/T 2560—2007

型 号	d (H8)	D	R	B	b	L	L_1	$H\approx$	h (h12)	h_1	d_1 孔径	d_1 螺栓	d_2	C
HZ020	20	28	26	30	25	105	80	58	30	14	12	M10	M10 × 1	1.5
HZ025	25	32	30	40	35	125	95	68	35	16	14.5	M12		
HZ030	30	38		50	40	150	110	78		20	18.5	M16		
HZ035	35	45	38	55	45	160	120	84	42					2
HZ040	40	50	40	60	50	165	125	88	45					
HZ045	45	55	45	70	60	185	140	98	50	25	24	M20		
HZ050	50	60		75	65			100						
HZ060	60	70	55	80	70	225	170	120	60	30	28	M24	M14 × 1.5	2.5
HZ070	70	85	65	100	80	245	190	140	70					
HZ080	80	95	70			255	200	155	80					
HZ090	90	105	75	120	90	285	220	165	85	40	35	M30		3
HZ100	100	115	85			305	240	180	90					
HZ110	110	125	90	140	100	315	250	190	95					
HZ120	120	135	100	150	110	370	290	210	105	45	42	M36		
HZ140	140	160	115	170	130	400	320	240	120					

2. 对开式两螺柱正滑动轴承座（JB/T 2561—2007）（表 12-26）

表 12-26　对开式两螺柱正滑动轴承座结构尺寸　（单位：mm）



标记示例：

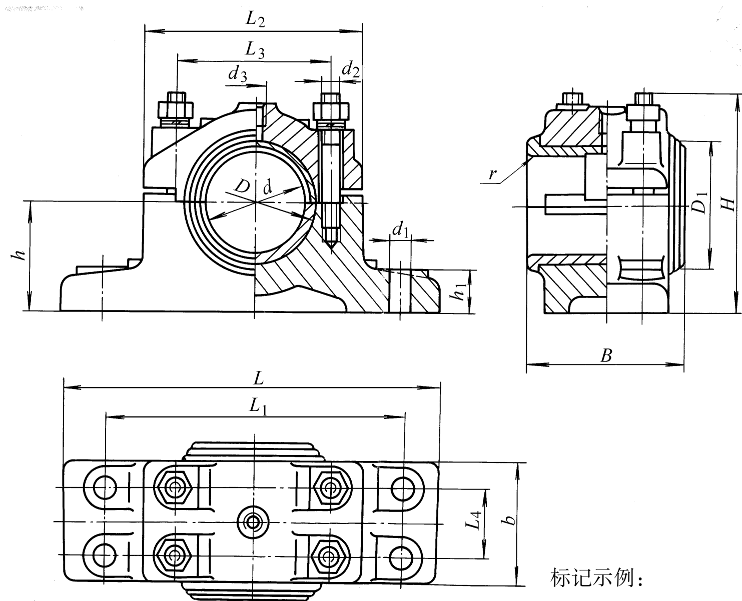
d = 50mm 的对开式两螺柱正滑动轴承座：

H2050 轴承座 JB/T 2561—2007

型　号	d (H8)	D	D_1	B	b	$H\approx$	h (h12)	h_1	L	L_1	L_2	L_3	d_1 孔径	d_1 螺栓	d_2	d_3	r
H2030	30	38	48	34	22	70	35	15	140	85	115	60	10	M8	M8	M10 × 1	1.5
H2035	35	45	55	45	28	87	42	18	165	100	135	75	12	M10	M10		2
H2040	40	50	60	50	35	90	45	20	170	110	140	80	14.5	M12			
H2045	45	55	65	55	40	100	50		175		145	85					
H2050	50	60	70	60		105		25	200	120	160	90	18.5	M16	M12		
H2060	60	70	80	70	50	125	60		240	140	190	100	24	M20	M16		2.5
H2070	70	85	95	80	60	140	70	30	260	160	210	120				M14 × 1.5	
H2080	80	95	110	95	70	160	80	35	290	180	240	140	28	M24	M20		
H2090	90	105	120	105	80	170	85		300	190	250	150					3
H2100	100	115	130	115	90	185	90	40	340	210	280	160	35	M30	M20		
H2110	110	125	140	125	100	190	95		350	220	290	170					
H2120	120	135	150	140	110	205	105	45	370	240	310	190					
H2140	140	160	175	160	120	230	120	50	390	260	330	210					4
H2160	160	180	200	180	140	250	130		410	280	350	230					

3. 对开式四螺柱正滑动轴承座（JB/T 2562—2007）（表 12-27）

表 12-27　对开式四螺柱正滑动轴承座结构尺寸　　　　（单位：mm）



标记示例：

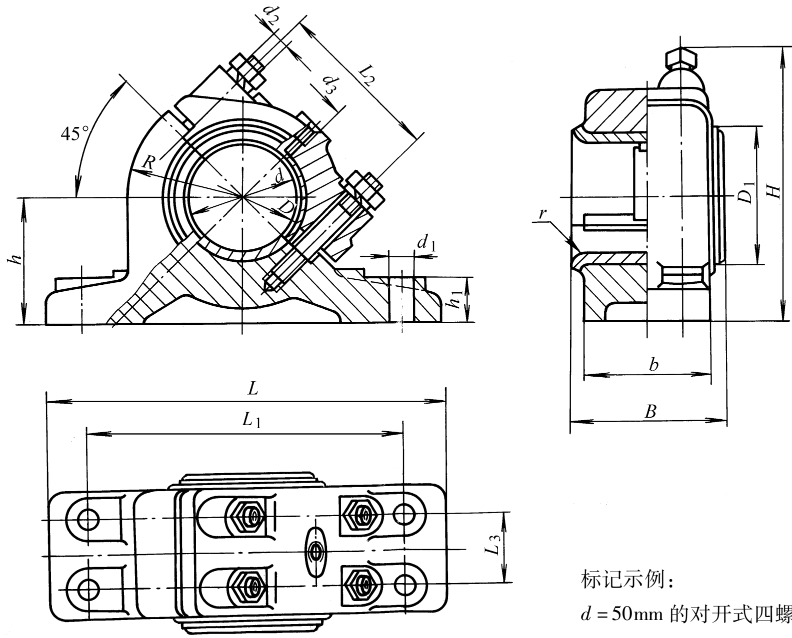
$d=50$mm 的对开式四螺柱正滑动轴承座：

H4050 轴承座 JB/T 2562—2007

<table>
<tr><th rowspan="2">型　号</th><th rowspan="2">d
（H8）</th><th rowspan="2">D</th><th rowspan="2">D_1</th><th rowspan="2">B</th><th rowspan="2">b</th><th rowspan="2">$H\approx$</th><th rowspan="2">h
（h12）</th><th rowspan="2">h_1</th><th rowspan="2">L</th><th rowspan="2">L_1</th><th rowspan="2">L_2</th><th rowspan="2">L_3</th><th rowspan="2">L_4</th><th colspan="2">d_1</th><th rowspan="2">d_2</th><th rowspan="2">d_3</th><th rowspan="2">r</th></tr>
<tr><th>孔径</th><th>螺栓</th></tr>
<tr><td>H4050</td><td>50</td><td>60</td><td>70</td><td>75</td><td>60</td><td>105</td><td>50</td><td rowspan="2">25</td><td>200</td><td>160</td><td>120</td><td>90</td><td>30</td><td>14. 5</td><td>M12</td><td>M10</td><td rowspan="2">M10 × 1</td><td rowspan="4">2. 5</td></tr>
<tr><td>H4060</td><td>60</td><td>70</td><td>80</td><td>90</td><td>75</td><td>125</td><td>60</td><td>240</td><td>190</td><td>140</td><td>100</td><td>40</td><td rowspan="2">18. 5</td><td rowspan="2">M16</td><td rowspan="2">M12</td></tr>
<tr><td>H4070</td><td>70</td><td>95</td><td>95</td><td>105</td><td>90</td><td>135</td><td>70</td><td>30</td><td>260</td><td>210</td><td>160</td><td>120</td><td>45</td><td rowspan="11">M14 × 1. 5</td></tr>
<tr><td>H4080</td><td>80</td><td>95</td><td>110</td><td>120</td><td>100</td><td>160</td><td>80</td><td rowspan="2">35</td><td>290</td><td>240</td><td>180</td><td>140</td><td>55</td><td rowspan="4">24</td><td rowspan="4">M20</td><td rowspan="4">M16</td></tr>
<tr><td>H4090</td><td>90</td><td>105</td><td>120</td><td>135</td><td>115</td><td>165</td><td>85</td><td>300</td><td>250</td><td>190</td><td>150</td><td>70</td><td rowspan="3">3</td></tr>
<tr><td>H4100</td><td>100</td><td>115</td><td>130</td><td>150</td><td>130</td><td>175</td><td>90</td><td rowspan="3">40</td><td>340</td><td>280</td><td>210</td><td>160</td><td>80</td></tr>
<tr><td>H4110</td><td>110</td><td>125</td><td>140</td><td>165</td><td>140</td><td>185</td><td>95</td><td>350</td><td>290</td><td>220</td><td>170</td><td>85</td></tr>
<tr><td>H4120</td><td>120</td><td>135</td><td>150</td><td>180</td><td>155</td><td>200</td><td>105</td><td>370</td><td>310</td><td>240</td><td>190</td><td>90</td><td rowspan="3">28</td><td rowspan="3">M24</td><td rowspan="3">M20</td><td rowspan="4">4</td></tr>
<tr><td>H4140</td><td>140</td><td>160</td><td>175</td><td>210</td><td>170</td><td>230</td><td>120</td><td>45</td><td>390</td><td>330</td><td>260</td><td>210</td><td>100</td></tr>
<tr><td>H4160</td><td>160</td><td>180</td><td>200</td><td>240</td><td>200</td><td>250</td><td>130</td><td rowspan="2">50</td><td>410</td><td>350</td><td>280</td><td>230</td><td>120</td></tr>
<tr><td>H4180</td><td>180</td><td>200</td><td>220</td><td>270</td><td>220</td><td>260</td><td>140</td><td>460</td><td>400</td><td>320</td><td>260</td><td>140</td><td>35</td><td>M30</td><td>M24</td></tr>
<tr><td>H4200</td><td>200</td><td>230</td><td>250</td><td>300</td><td>245</td><td>295</td><td>160</td><td>55</td><td>520</td><td>440</td><td>360</td><td>300</td><td>160</td><td rowspan="2">42</td><td rowspan="2">M36</td><td rowspan="2">M30</td><td rowspan="2">5</td></tr>
<tr><td>H4220</td><td>220</td><td>250</td><td>270</td><td>320</td><td>265</td><td>360</td><td>170</td><td>60</td><td>550</td><td>470</td><td>390</td><td>330</td><td>180</td></tr>
</table>

4. 对开式四螺柱斜滑动轴承座（JB/T 2563—2007）（表 12-28）

表 12-28　对开式四螺柱斜滑动轴承座结构尺寸　　（单位：mm）



标记示例：

$d=50$mm 的对开式四螺柱斜滑动轴承座：

HX050 轴承座 JB/T 2563—2007

型　号	d (H8)	D	D_1	B	b	$H\approx$	h (h12)	h_1	L	L_1	L_2	L_3	R	r	d_1		d_2	d_3
															孔径	螺栓		
HX050	50	60	70	75	60	140	65	25	200	160	90	30	60	2. 5	14. 5	M12	M10	M10 × 1
HX060	60	70	80	90	75	160	75		240	190	100	40	70		18. 5	M16	M12	
HX070	70	85	95	105	90	185	90	30	260	210	120	45	80					
HX080	80	95	110	120	100	215	100	35	290	240	140	55	90		24	M20	M16	M14 × 1. 5
HX090	90	105	120	135	115	225	105		300	250	150	70	95	3				
HX100	100	115	130	150	130	250	115	40	340	280	160	80	105					
HX110	110	125	140	165	140	260	120		350	290	170	85	110					
HX120	120	135	150	180	155	275	130		370	310	190	90	120		28	M24	M20	
HX140	140	160	175	210	170	300	140	45	390	330	210	100	130	4				
HX160	160	180	200	240	200	335	150	50	410	350	230	120	140		35	M30	M24	
HX180	180	200	220	270	220	375	170		460	400	260	140	160					
HX200	200	230	250	300	245	425	190	55	520	440	300	160	180	5	42	M36	M30	
HX220	220	250	270	320	265	440	205	60	550	470	330	180	195					

12.3 油杯

表 12-29 ~ 表 12-32 为常用的几种油杯。

表 12-29　直通式压注油杯（JB/T 7940.1—1995）

标记示例：油杯 M10×1 JB/T 7940.1—1995						
尺　寸/mm						材　料
d	H	h	h_1	S	球直径（按 GB/T 308—2002）	
M6	13	8	6	$8^{\ 0}_{-0.22}$	3	1—Q235-A（黄铜，铝合金）；2—弹簧钢丝；3—GCr6
M8×1	16	9	6.5	$10^{\ 0}_{-0.22}$		
M10×1	18	10	7	$11^{\ 0}_{-0.22}$		

注：入孔倒角数值≤0.2mm。

表 12-30　接头式压注油杯（JB/T 7940.2—1995）

标记示例：油杯 45°M10×1 JB/T 7940.2—1995			
尺　寸/mm			材　料
d	d_1	α	
M6	3	45°、90°	1—Q235—A（其他合金材料） 2—Q235—A（其他合金材料）
M8×1	4		
M10×1	5		

表 12-31　压配式压注油杯（JB/T 7940.4—1995）

标记示例：油杯 6 JB/T 7940.4—1995			
尺　寸/mm			材　料
d	H	球　径（按 GB/T 308—2002）	
$6^{+0.040}_{+0.028}$	6	4	1—Q235—A（其他合金材料） 2—弹簧钢丝 3—GCr6
$8^{+0.049}_{+0.034}$	10	5	
$10^{+0.058}_{+0.040}$	12	6	
$16^{+0.063}_{+0.045}$	20	11	
$25^{+0.085}_{+0.064}$	30	18	

表 12-32　旋盖式油杯（JB/T 7940.3—1995）

B型

标记示例：油杯 A-25 JB/T 7940.3—1995

最小容量/cm^3	尺寸/mm							
	d	l	H	h	h_1	d_1	D	S
1.5	M8×1	8	14	22	7	3	18	$10_{-0.22}^{0}$
3	M10×1		15	23	8	4	22	$13_{-0.027}^{0}$
6			17	26			28	
12	M14×1.5	12	20	30	10	5	34	$18_{-0.027}^{0}$
18			22	32			40	
25			24	34			44	
50	M16×1.5		30	44	16		54	$21_{-0.033}^{0}$
100			38	50			68	

第 13 章　焊缝的标注

本章内容系根据 GB/T 324—2008 及 GB/T 12212—1990，另有说明者除外。

在技术图样中用图示法表示的焊缝如图 13-1 所示：

图 13-1a 中，焊缝用一系列细实线短划表示，这些细实线可徒手绘制；

图 13-1b 中，也允许用粗实线（宽度约为可见轮廓线的 2 ~ 3 倍）表示焊缝。但在同一图样上，只允许采用上述两种表示法中的一种；

图 13-1c 中，在表示焊缝的端面视图中，用粗实线画出焊缝的轮廓。必要时，可用细实线画出焊接前焊缝坡口的形状；

图 13-1d 中，在剖视图或断面图上，焊缝的金属熔焊区通常应涂黑表示；

图 13-1e，即便用图示法表示焊缝，也应加注相应的标注（或者另有说明）。

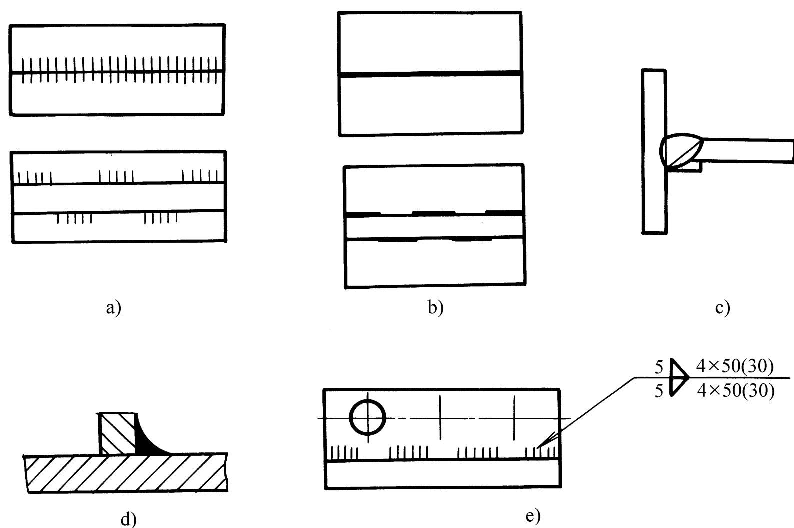


图　13-1

但是为了使图样清晰和减轻绘图工作量，一般并不按图示法画出焊缝，而是采用一些符号进行标注以表明它的特征。

13. 1　焊缝符号

焊缝符号共有两组：（1）基本符号——用以表示焊缝横截面的基本形或特征（见表 13-1 和表 13-2）；（2）补充符号——用来补充说明有关焊缝或接头的某些特征（见表 13-3）。

焊缝的基本符号及补充符号在图上均用约$\frac{2d}{3}$的线宽绘制（d 为可见轮廓线的宽度）。

表 13-1　焊缝基本符号

名　称	示意图	符　号	名　称	示意图	符　号
卷边焊缝[①]（卷边完全熔化）			封底焊缝		
I 形焊缝			角焊缝		
V 形焊缝			塞焊缝或槽焊缝		
单边 V 形焊缝			点焊缝		
带钝边 V 形焊缝			缝焊缝		
带钝边单边 V 形焊缝					
带钝边 U 形焊缝					
带钝边 J 形焊缝					

（续）

名　　称	示意图	符　号	名　　称	示意图	符　号
陡边 V 型焊缝			平面连接（钎焊）		
陡边 V 型焊缝					
端焊缝			斜面连接（钎焊）		
堆焊缝			折叠连接（钎焊）		

① 不完全熔化的卷边焊缝用 I 形焊缝符号表示，并加注焊缝有效厚度 *S*。

表 13-2　基本符号的组合

名　　称	示意图	符号	名　　称	示意图	符号
双面 V 型焊缝（X 焊缝）			带钝边的双面单 V 型焊缝		
双面单 V 型焊缝（K 焊缝）					
带钝边的双面 V 型焊缝			双面 U 型焊缝		

表 13-3　补 充 符 号

名称	符号	说　　明	名称	符号	说　　明
平面	—	焊缝表面通常经过加工后平整	临时衬垫	MR	衬垫在焊接完成后拆除
凹面	◡	焊缝表面凹陷	三面焊缝	⊏	三面带有焊缝
凸面	◠	焊缝表面凸起	周围焊缝	○	沿着工件周边施焊的焊缝 标注位置为基准线与箭头线的交点处
圆滑过渡		焊趾处过渡圆滑	现场焊缝		在现场焊接的焊缝
永久衬垫	M	衬垫永久保留	尾部	<	可以表示所需的信息

13. 2　标注焊缝符号的指引线

表示焊缝的各种符号、代号及相应的数据均凭借指引线注出。指引线的画法如图 13-2a 所示。指引线由两条平行线（一条为实线，一条为虚线）及带箭头的箭头线（细实线）构成。图 13-2b 是加了尾部符号的指引线。

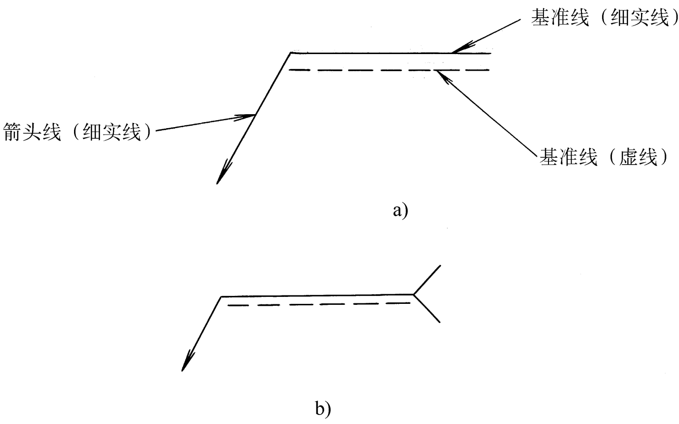


图　13-2

1. 基准线的画法

基准线的虚线可以画在基准线实线的上侧或下侧。基准线一般应与图样的底边平行，但在特殊情况下也可与底边垂直。

2. 箭头线的画法

箭头线相对于焊缝的位置一般没有特殊要求，可以画在焊缝的正面或背面，上方或下方，如图 13-3 所示，但在标注单边 V 形焊缝、带钝边单边 V 形焊缝、J 形焊缝时，箭头应指向工件上焊缝带有坡口的一侧，如图 13-4；必要时，允许箭头线转折一次，如图 13-5。

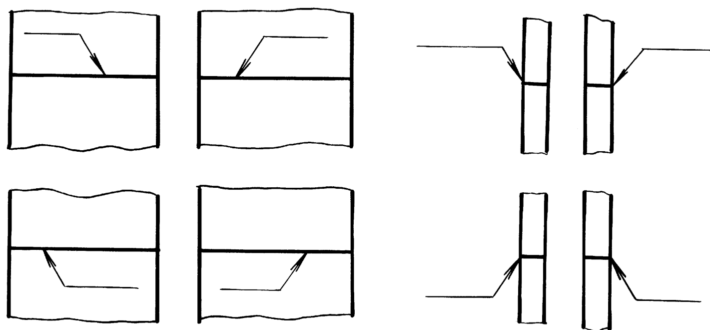


图　13-3

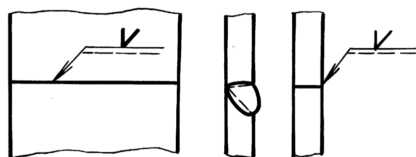


图　13-4

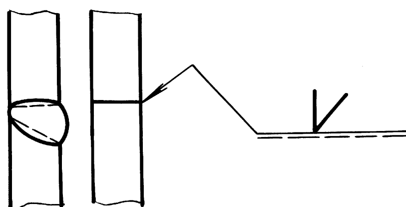


图　13-5

3. 箭头线与焊缝接头的相对位置

图 13-6 及图 13-7 用图例说明箭头线与焊缝接头相对位置关系的两个术语：接头的箭头侧及接头的非箭头侧。

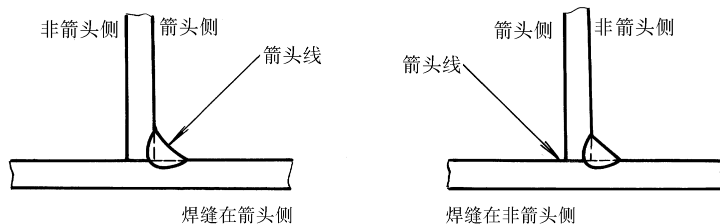


图　13-6

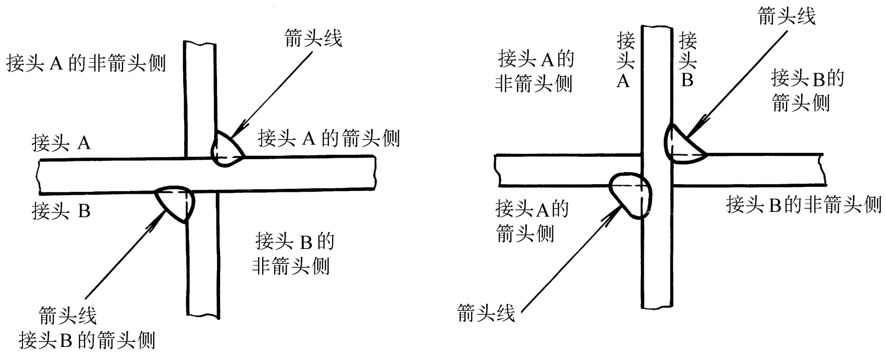


图 13-7

4. 基本符号相对于基准线的标注位置

在标注基本符号时，它相对于基准线的位置严格规定如下：

（1）如果焊缝在接头的箭头侧，须将基本符号标在基准线的实线侧，如图 13-8a。

（2）如果焊缝在接头的非箭头侧，须将基本符号标在基准线的虚线侧，如图 13-8b。

（3）标注对称焊缝及双面焊缝时，可免去基准线中的虚线，如图 13-8c 及 13-8d。

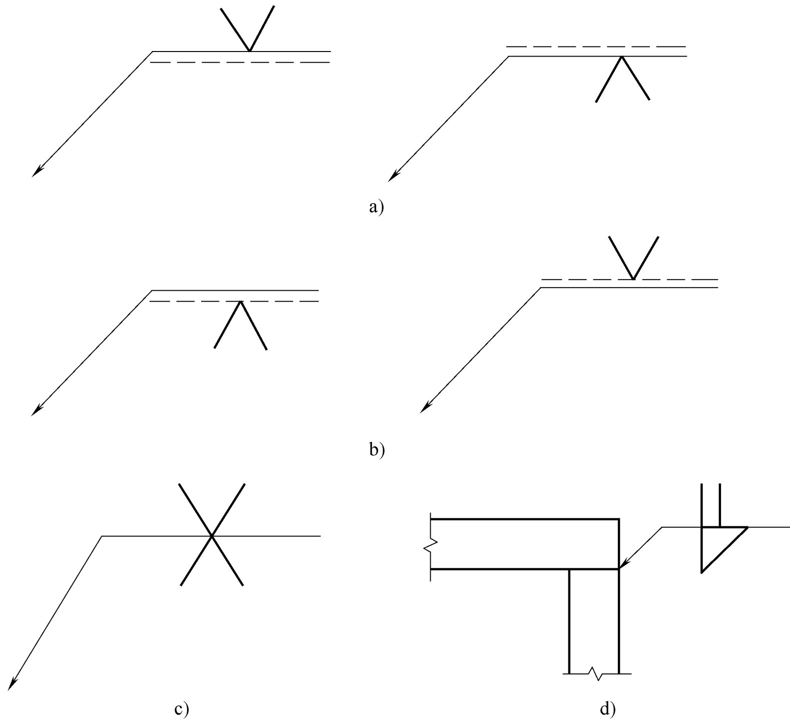


图 13-8

13.3 焊缝符号标注方法示例

表 13-4 ~ 表 13-7 为焊缝符号标注方法示例。

表 13-4　基本符号的标注示例

焊缝名称符号	示意图	标　注　方　法	
卷边焊缝 （卷边完全熔化）			
I 形焊缝			
V 形焊缝			

（续）

焊缝名称符号	示意图	标 注 方 法	
带钝边 V形焊缝 Y			
带钝边 U形焊缝 Ｙ			
角焊缝 ◺			

（续）

焊缝名称符号	示意图	标 注 方 法	
塞焊缝槽焊缝 ⊓			
点焊缝 ○			
缝焊缝 ⊖			

表 13-5　基本符号组合的标注示例

组合符号	示意图	标注方法	
双面			
双面			
双面			

（续）

组合符号	示意图	标　注　方　法	

表 13-6　基本符号与补充符号组合的标注示例

组合符号	示意图	标　注　方　法	

（续）

组合符号	示意图	标 注 方 法	

表 13-7　特殊焊缝的标注示例

名称符号	示意图	标 注 方 法
喇叭形焊缝		
单边喇叭形焊缝		
堆焊缝		
锁边焊缝		

13.4 焊缝尺寸符号及其标注

1. 焊缝尺寸符号

焊缝尺寸符号是表明焊缝截面、长度、数量以及坡口等有关尺寸的符号，必要时，连同焊缝符号一并标注在指引线的一侧。

焊缝尺寸符号列于表 13-8。

表 13-8 焊缝尺寸符号

符号	名称	示意图	符号	名称	示意图
δ	工件厚度	δ	e	焊缝间距	e
α	坡口角度	α	K	焊角尺寸	K
b	根部间隙	b	d	熔核直径	d
p	钝边	p	S	焊缝有效厚度	S
c	焊缝宽度	c	N	相同焊缝的数量	$N=3$
R	根部半径	R	H	坡口深度	H

（续）

符号	名称	示意图	符号	名称	示意图
l	焊缝长度		h	余高	
n	焊缝段数		β	坡口面角度	

2. 焊缝尺寸符号的标注

参照图 13-9，焊缝尺寸的标注方法规定如下：

（1）焊缝横截面的尺寸标注在基本符号的左侧；

（2）焊缝长度方向的尺寸标注在基本符号的右则；

（3）坡口角度、坡口面角度、根部间隙的尺寸标注在基本符号的上方或下方；

（4）相同焊缝的数量（N）标注在尾部符号内（必要时，也可将焊接方法代号标注在尾部符号内）；

（5）当需要标注的尺寸数据较多而不易分辨时，可在各数据之前加注相应的尺寸符号。

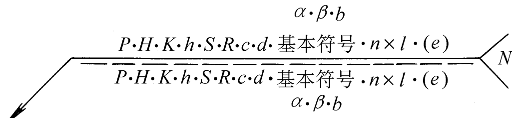


图　13-9

焊缝尺寸的标注示例可参看表 13-10。

13. 5　焊接方法代号及其标注

GB/T 5185—2005 规定的金属焊接及钎焊的代号列于表 13-9。

表 13-9　焊接方法代号

1 电弧焊	116 熔化极电弧点焊
11 无气体保护的电弧焊	118 躺焊
111 手弧焊（涂料焊条熔化极电弧焊）	12 埋弧焊
112 重力焊（涂料焊条重力电弧焊）	121 丝极埋弧焊
113 光焊丝电弧焊	122 带极埋弧焊
114 药芯焊丝电弧焊	13 熔化极气体保护电弧焊
115 涂层焊丝电弧焊	131 MIG 焊；熔化极惰性气体保护焊

（续）

135MAG 焊：熔化极非惰性气体保护焊 136 非惰性气体保护药芯焊丝电弧焊 137 非惰性气体保护熔化极电弧焊 14 非熔化极气体保护电弧焊 141 TIG 焊：钨极惰性气体保护焊 142 TIG 点焊 149 原子氢焊 15 等离子弧焊 151 大电流等离子弧焊 152 微束等离子弧焊 153 等离子粉末堆焊 154 等离子焊丝堆焊 155 等离子 MIG 焊 156 等离子弧点焊 18 其他电弧焊方法 181 碳弧焊 182 旋弧焊 2 电阻焊 21 点焊 22 缝焊 221 搭接缝焊 225 加带缝焊 23 凸焊 24 闪光焊 25 电阻对焊 29 其他电阻焊方法 291 高频电阻焊 3 气焊 31 氧燃气焊 311 氧乙炔焊 312 氧丙烷焊 313 氢氧焊 32 空气-燃气焊 321 空气-乙炔焊 322 空气-丙烷焊 33 氧-乙炔喷焊 4 压焊 41 超声波焊 42 摩擦焊 43 锻焊 44 高机械能焊 441 爆炸焊 45 扩散焊 47 气压焊 48 冷压焊	7 其他焊接方法 71 铝热焊 72 电渣焊 73 气压立焊 74 感应焊 75 光束焊 751 激光焊 752 弧光光束焊 753 红外线焊 76 电子束焊 77 储能焊 78 螺旋焊 781 螺旋电弧焊 782 螺旋电阻焊 9 硬钎焊、软钎焊　钎接焊 91 硬钎焊 911 红外线硬钎焊 912 火焰硬钎焊 913 炉中硬钎焊 914 浸沾硬钎焊 915 盐浴硬钎焊 916 感应硬钎焊 917 超声波硬钎焊 918 电阻硬钎焊 919 扩散硬钎焊 923 摩擦硬钎焊 924 真空硬钎焊 93 其他硬钎焊方法 94 软钎焊 941 红外线软钎焊 942 火焰软钎焊 943 炉中软钎焊 944 浸沾软钎焊 945 盐浴软钎焊 946 感应软钎焊 947 超声波软钎焊 948 电阻软钎焊 949 扩散软钎焊 951 波峰浇注软钎焊 952 熔铁软钎焊 953 摩擦软钎焊 954 真空软钎焊 96 其他软钎焊方法 97 钎接焊 971 气体钎接焊 972 电弧钎接焊

焊接方法代号标注在指引线的尾部符号内，如图 13-10 所示。

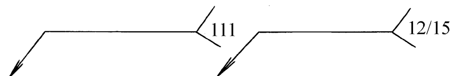


图 13-10

13.6 焊缝的简化标注

在不会引起误解的情况下，可以简化焊缝的标注，方法如下：

（1）同一图样中全部焊缝的焊接方法完全相同时，焊接方法的代号可以省略不注，但必须在技术要求项内或其他技术文件中注明“全部焊缝均采用……焊”等字样；当大部分焊接方法相同时，可在技术要求项内或其他技术文件中注明“除图中注明的焊接方法外，其余焊缝均采用……焊”字样。

（2）同一图样中的全部焊缝相同而且已在图上明确表明其位置时，其标注方法可按前条的原则处理。

（3）标注交错对称焊缝的尺寸时，允许在基准线上只标注一次，如图 13-11 所示，基准线下侧可不重复标注 5、35×50、（30）等尺寸。

（4）对于断续焊缝、对称断续焊缝及交错断续焊缝的段数无严格要求时，允许省略焊缝段数的标注，如图 13-12，即省略了焊缝段数“35”这一标注。

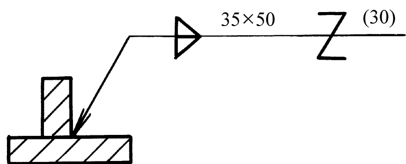


图 13-11

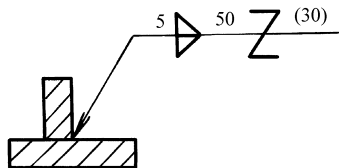


图 13-12

（5）对于若干条坡口尺寸相同的同一形式焊缝，可以采用图 13-13 所示的方法集中标注；若这些焊缝在接头中的位置都相同时，也可采用在尾部符号内注出焊缝数量的方法以简化标注，但其他形式的焊缝，仍需分别标注，如图 13-14。

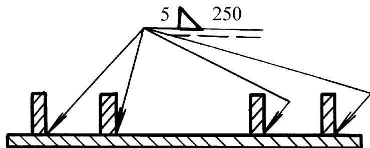


图 13-13

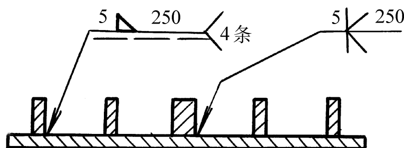


图 13-14

（6）为了使图样清晰或当标注位置受到限制时，可以采用简化代号（或符号）代替通用的符号标注焊缝，但必须在该图的下方或标题栏附近说明这些简化代号的意义，如图 13-

15 所示，这时，简化代号的大小，应是图样中所注符号的 1.4 倍。

（7）在不致引起误解的情况下，当箭头线指向焊缝，而非箭头侧又无焊缝要求时，可省略非箭头侧的基准线（虚线），如图 13-16。

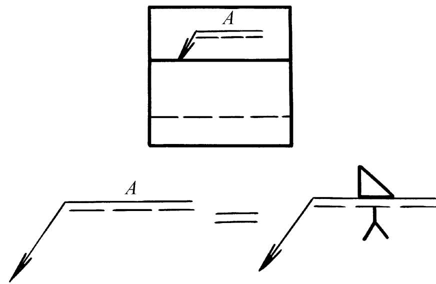


图 13-15

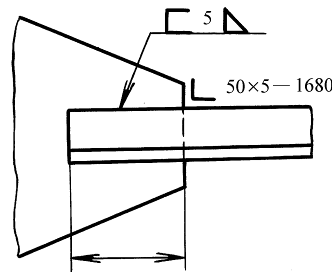


图 13-16

（8）当焊缝的起始及终止位置明确（已由工件的尺寸或其他尺寸确定）时，允许在焊缝标注中省略焊缝长度尺寸的标注，如图 13-16。

表 13-10 为焊缝简化标注示例。

表 13-10 焊缝简化标注示例

图示方法	非简化标注	简化标注
	断续 I 形焊缝在箭头侧	省略焊缝段数 n 及基准线的虚线
	对称断续角焊缝	省略基准线下侧的标注

（续）

图 示 方 法	非简化标注	简 化 标 注
K L1 l e l L2 l e	L1 K n×l (e) K n×l (e) L2 交错断续角焊缝	L1 K l (e) L2
d L e	L d n×(e) 塞焊缝在箭头侧	L d (e)
L c l e l	L c n×l(e) 塞焊缝在箭头侧	L c l(e)
d L e	L d n×(e) 点焊缝位于中心位置	L d (e)

（续）

图示方法	非简化标注	简化标注
	点焊缝偏离中心位置在箭头侧	
	交错点焊缝位于中心位置	
	缝焊缝位于中心位置	
	缝焊缝偏离中心位置，在箭头侧	

注：1. L_1、L_2 为焊缝起始处的定位尺寸。

2. 图中所注乃焊缝尺寸的代号，实际图样中应注出尺寸数值。

13.7 焊接结构图图例

焊接结构图实际上是装配图，但对于简单的焊接构件，一般不单画各构成件的零件图，而在结构图上标出各构成件的全部尺寸，如图 13-17 所示。

对于复杂的焊接构件（图 13-18）应单独画出主要构成件的零件图，由板料弯卷成形者，可附有展开图，如图 13-19 所示。个别小构件仍附于结构总图上。

图 13-20 所示为一大型焊接结构的总图，除了应有各构成件的零件图外（本书未附），总图上用了三个局部放大的剖视图和以说明各处的详细结构。

图 13-17

技 术 要 求

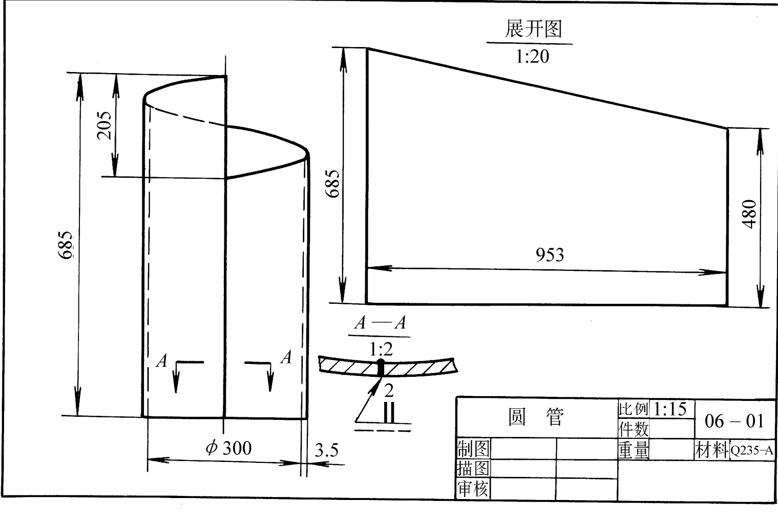
1. 组装时全部用手工电弧焊接
2. 圆锥管支撑法兰3 和圆锥管肋板4 可在除尘器与集灰斗组装时再进行焊接
3. 筒体轴线与排出管5 圆锥管下口间的偏心不得超过 2mm
4. 筒体内表面刷红丹防锈漆一遍外表面刷红丹防锈漆一遍灰色漆二遍

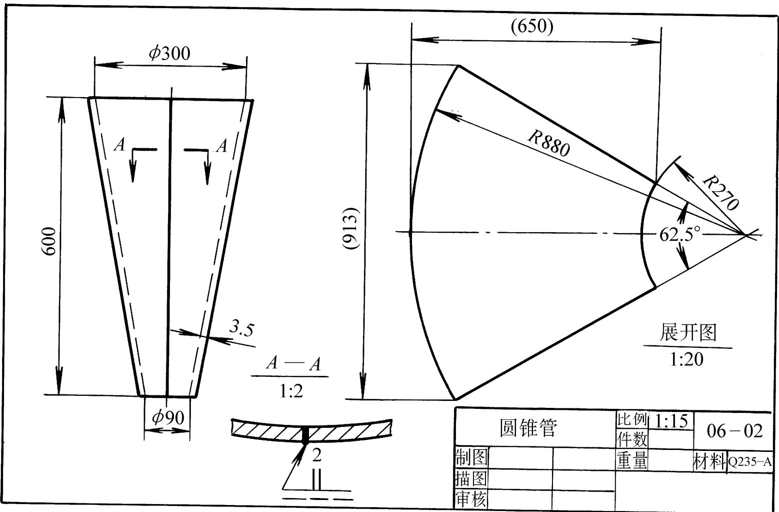
序号	名 称	件数	材 料	备 注
13	排出管法兰	1	Q235-A	−40×5
12	进口法兰	1	Q235-A	−30×4
11	连接板	4	Q235-A	钢板δ=5
10	顶壁	1	Q235-A	钢板δ=3.5
9	前壁	1	Q235-A	钢板δ=3.5
8	底壁	1	Q235-A	钢板δ=3.5
7	后壁	1	Q235-A	钢板δ=3.5
6	螺旋盖	1	Q235-A	钢板δ=3.5
5	排出管	1	Q235-A	钢板δ=3.5
4	圆锥管肋板	4	Q235-A	钢板δ=5
3	圆锥管支撑法兰	1	Q235-A	−50×4
2	圆锥管	1	Q235-A	钢板δ=3.5
1	圆管	1	Q235-A	钢板δ=3.5

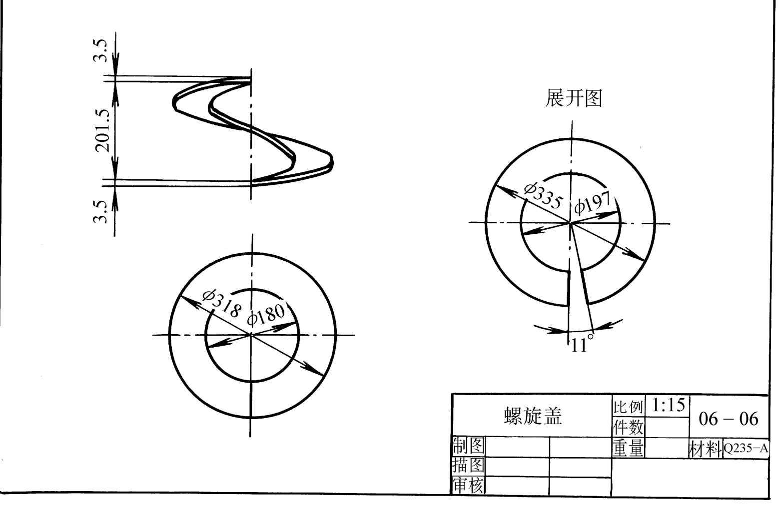
筒形旋风除尘器 右旋转ϕ300筒体总图		比例	1:15	06-00
		件数		
制图		重量	41.41kg	共1张第1张
描图		（厂 名）		
审核				

A—A　B—B　C—C 1:5　D—D　E（法兰）　F—F 1:3

图 13-18


展开图
1:20
685
205
685
953
480
ϕ 300
3.5
A—A
1:2
2
A
A
圆 管
比例 1:15
件数
重量
06 – 01
材料 Q235-A
制图
描图
审核


ϕ300
600
3.5
ϕ90
A
A
A—A
1:2
2
(650)
(913)
R880
R270
62.5°
展开图
1:20
圆锥管
比例 1:15
件数
重量
06 – 02
材料 Q235-A
制图
描图
审核


3.5
201.5
3.5
ϕ318
ϕ180
展开图
ϕ335
ϕ197
11°
螺旋盖
比例 1:15
件数
重量
06 – 06
材料 Q235-A
制图
描图
审核

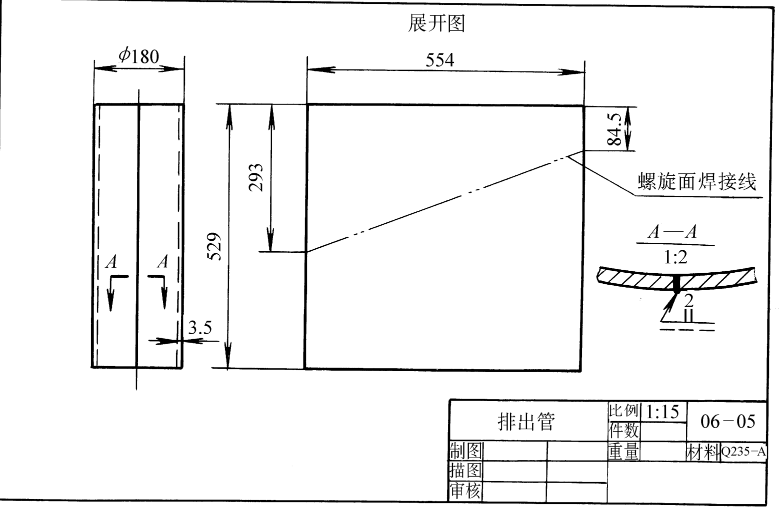

展开图
ϕ180
554
84.5
293
529
3.5
A
A
螺旋面焊接线
A—A
1:2
2
排出管
比例 1:15
件数
重量
06 – 05
材料 Q235-A
制图
描图
审核

图 13-19

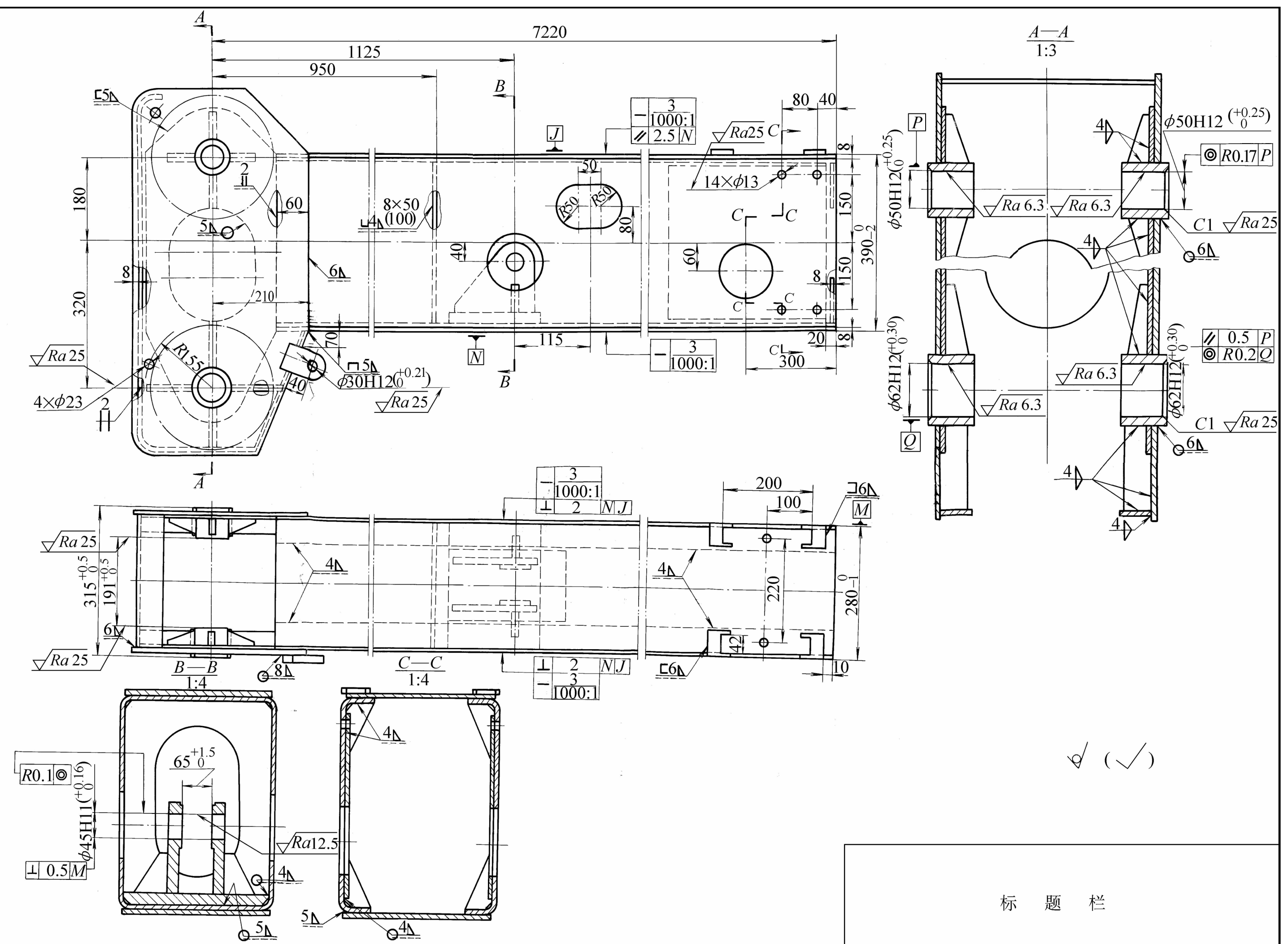

A—A
1:3
B—B
1:4
C—C
1:4
标 题 栏
7220
1125
950
180
320
390
150
280
220
200
100
300
115
4×ϕ23
14×ϕ13
8×50
(100)
ϕ50H12
ϕ62H12
ϕ30H12
ϕ45H11
Ra 25
Ra 6.3
Ra12.5
R155
R0.17 P
R0.2 Q
R0.1
0.5 P
0.5 M
1000:1
C1

图 13-20

第 14 章　几 何 作 图

14.1　几何图形的作图

14.1.1　直线段的等分

例： 将线段 AB 分为六等份（图 14-1）。

作图步骤：

（1）过线段的端点 A（或 B）任作一直线如 AC。

（2）在直线 AC 上，以任意长度为单位截取 6 个等分点，得 1、2、3、4、5、6。

（3）连 $B6$。

（4）过 AC 上各等分点作 $B6$ 的平行线与 AB 相交，其交点即为所求的等分点。

14.1.2　作直线的垂线

14.1.2.1　作线段的垂直平分线

例： 作线段 AB 的垂直平分线（图 14-2）。

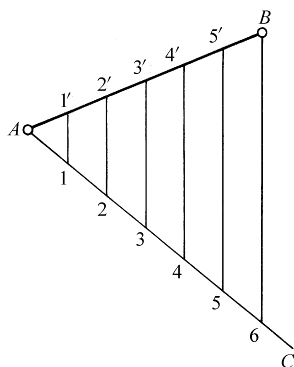


图　14-1

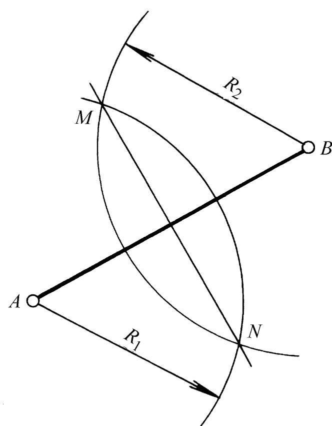


图　14-2

作图步骤：

（1）以线段的端点 A、B 为圆心，取 R_1（$=R_2$）$>\frac{AB}{2}$为半径，作两圆弧相交于 M 和 N。

（2）连接 M 及 N，即得所求的垂直平分线 MN。

14.1.2.2　自直线内一点作垂线

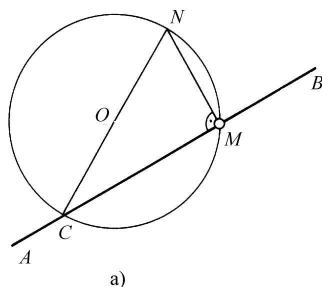
例： 过直线 AB 上的已知点 M 作该直线的垂线（图 14-3）。

方法 1

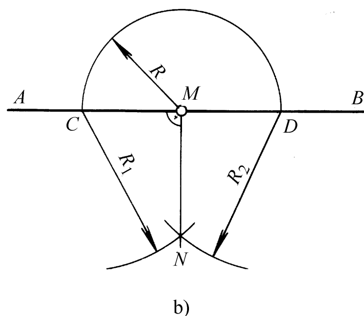
作图步骤（图 a）：

（1）以直线 AB 外任意一点 O 为圆心，OM 为半径作圆，与直线相交于点 C。

（2）连接点 C 及 O 并延长，与圆相交于 N。



a)



b)

图 14-3

（3）连接 M、N，MN 即为所求的垂线。

方法 2

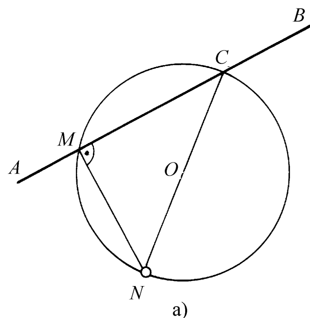
作图步骤（图 b）：

（1）以点 M 为圆心，任取半径 R 作半圆，与 AB 交于点 C 和 D。

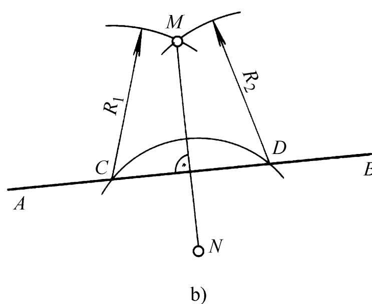
（2）作 CD 的垂直平分线，即得所求垂线 MN。

14.1.2.3　自直线外一点作垂线

例：过直线 AB 外一点 N 作直线 AB 的垂线（图 14-4）。



a)



b)

图 14-4

方法 1

作图步骤（图 a）：

（1）过点 N 任作一直线与已知线 AB 相交于点 C。

（2）以 NC 的中点 O 为圆心，OC 为半径作圆，与 AB 线相交于点 M。

（3）连接 M、N、MN 即为所求的垂线。

方法 2

作图步骤（图 b）：

（1）以点 N 为圆心，任取半径 R 作弧，与 AB 交于点 C 和 D。

（2）作 CD 的垂直平分线 MN，即为所求。

14.1.3　作直线的平行线

14.1.3.1　按已知距离作平行线

例：按已知距离 S 作直线 AB 的平行线（图 14-5）。

作图步骤：

（1）在已知直线 AB 上任取两点 M 和 N，过 M 和 N 分别作垂线（作法见图 14-3）。

（2）在两垂线上各截取长度 $MT_1 = NT_2 = S$。

（3）连接 T_1，T_2，T_1T_2 即为所求。

14.1.3.2 由线外一点作平行线

例：过直线 AB 外任意一点 C，作 AB 的平行线 CD（图 14-6）。

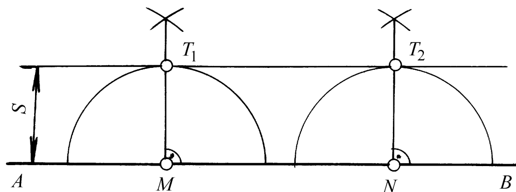


图 14-5

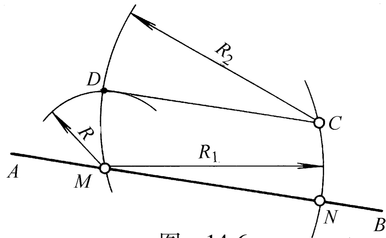


图 14-6

作图步骤：

（1）在直线 AB 上任取一点 M 作为圆心，以 MC 为半径作弧 R_1，与 AB 交于点 N。

（2）以点 C 为圆心，R_2（$=R_1$）为半径作弧 R_2，与 AB 交于点 M。

（3）以点 M 为圆心，以 NC 为半径作弧 R，与 R_2 弧相交于点 D。

（4）连 DC 即为所求。

14.1.4 圆及圆弧的作图

14.1.4.1 过不在同一直线上的三已知点作圆

例：已知 A、B、C 三点，作过三点的圆（图 14-7）。

作图步骤：

（1）连接 A、B 及 B、C。

（2）分别作 AB、BC 两线段的垂直平分线，其交点 O 即为所求的圆心，圆的半径为 $OA = OB = OC$。

14.1.4.2 作已知圆弧的圆心

例：已知圆弧$\overset{\frown}{AD}$，求其圆心 O（图 14-8）。

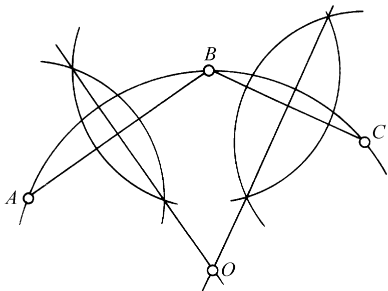


图 14-7

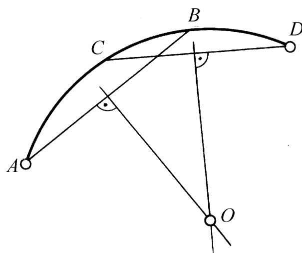


图 14-8

作图步骤：

（1）在$\overset{\frown}{AD}$上任作两条弦 AB 和 CD。

（2）作 AB、CD 两弦的垂直平分线，其交点 O 即为所求的圆心。

14.1.4.3　作圆周展开长度（近似作图）

例： 已知一圆，求作其展开长度 L（图 14-9）。

作图步骤：

（1）在圆上定出点 A 及 M，并使 $OA \perp OM$。

（2）作 $MN /\!/ OA$，并使 $MN = 3D$（D 为圆的直径）。

（3）以 A 为圆心，AO 为半径作弧交圆于点 B。

（4）过 B 作 MN 的平行线，与 OM 的延长线相交于点 K。

（5）KN 即该圆周的展开长度 L（近似作图）。

14.1.4.4　按已知圆周的展开长度作其半径（近似作图）

例： 已知圆周的展开长度为 L，用作图法求其半径 R（图 14-10）。

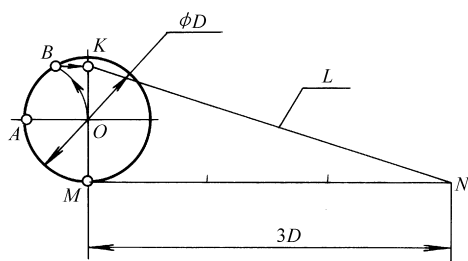


图　14-9

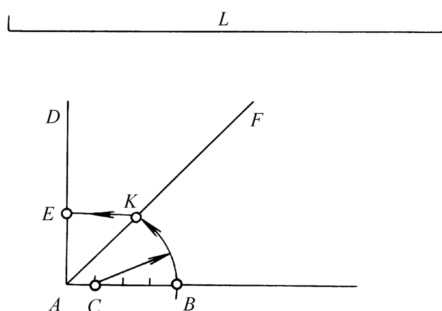


图　14-10

作图步骤：

（1）取 $AB = \frac{1}{4}L$，并在 AB 上定出点 C，使 $AC = \frac{1}{4}AB$。

（2）作 $AD \perp AB$。

（3）作 $\angle BAD$ 的角等分线 AF（即 45°线）。

（4）以 C 为圆心，CB 为半径作弧交 AF 于点 K。

（5）作 $KE /\!/ AB$，AE 即为所求圆的半径 R（近似）。

14.1.4.5　作已知圆弧的展开长度（近似作图）

例： 已知圆弧 $\overset{\frown}{AB}$，O 为其圆心，作其展开长度 L（图 14-11）。

作图步骤：

（1）作已知弧所对应的弦 AB。

（2）在 AB 线的反向延长线上取 $AC = \frac{1}{2}AB$。

（3）以 C 为圆心，CB 为半径作弧 R_1。

（4）过点 A 作 OA 的垂线与 R_1 弧相交于 K，AK 即为圆弧 $\overset{\frown}{AB}$ 的展开长度 L（近似）。

14.1.4.6　已知圆弧的展开长度及半径，作圆弧（近似作图）

例： 已知圆弧 $\overset{\frown}{AB}$ 的展开长度 L 及半径 R，求作其圆弧 $\overset{\frown}{AB}$（图 14-12）。

作图步骤：

（1）以任一点 O 为圆心，R 为半径，作弧$\overset{\frown}{AF}$。

图 14-11　　　　图 14-12

（2）过点 A 作 OA 的垂线 AC 使其长度等于展开长度 L。

（3）在 AC 上取点 D，使 $AD=\frac{1}{4}AC$。

（4）以 D 为圆心，DC 为半径作弧，交$\overset{\frown}{AF}$于点 B。弧$\overset{\frown}{AB}$即为所求（近似）。

14.1.4.7　圆弧的等分

例：已知圆弧$\overset{\frown}{AB}$，用作图法将$\overset{\frown}{AB}$五等分（图 14-13）。

作图步骤：

（1）先作出圆弧$\overset{\frown}{AB}$的展开长度线 AC（参考图 14-11）。

（2）五等分线段 AC。

（3）画出每一段等分展开长度所对应的弧长（参考图 14-12）。$\overset{\frown}{B\text{IV}}$即为$\overset{\frown}{AB}$的五分之一。

注：圆周等分可用表 14-1。

图 14-13　　　　图 14-14

14.1.5　角的作图

14.1.5.1　角的二等分

例：已知角 $\angle AOB=\theta$，作它的等分线 OE（图 14-14）。

作图步骤:

(1) 以顶点 O 为圆心，取任意半径 R 作弧，交已知角的两边于 C 和 D。

(2) 分别以 C、D 为圆心，以 R 为半径，作两弧相交于点 E。

(3) 连 OE 即为 $\angle AOB$ 的等分线。

14.1.5.2　作 30°及 60°角（图 14-15）

作图步骤:

(1) 过顶点 S 作直角。

(2) 以 S 为圆心，取任意半径 R 作弧，与直角的两边相交于点 A、B。

(3) 以 B 为圆心，R 为半径作弧，与弧$\overset{\frown}{AB}$交于 C，则 $\angle BSC=60°$，$\angle ASC=30°$。

注：30°角也可以用等分 60°角的方法作图。

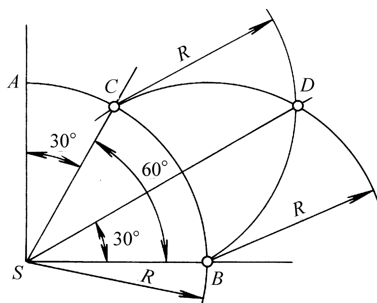


图　14-15

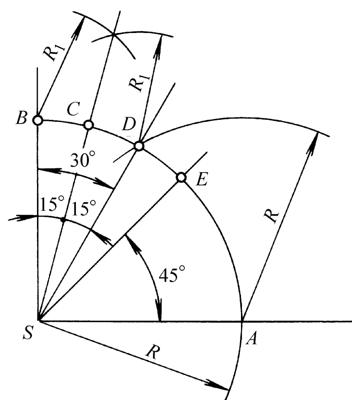


图　14-16

14.1.5.3　作 15°、45°及 75°角（图 14-16）

作图步骤:

(1) 将直角 ASB 分为 $\angle BSD=30°$和 $\angle ASD=60°$。

(2) 等分 30°角为 $\angle BSC=\angle CSD=15°$。

(3) 截取$\overset{\frown}{CE}=\overset{\frown}{BD}$，得 $\angle ASE=45°$。

(4) $\angle CSA=75°$。

注：45°角也可以用等分 90°角作出。

14.1.6　正多边形的作图

14.1.6.1　作正三角形

例 1：已知边长 L，作正三角形（图 14-17a）。

作图步骤:

(1) 作直线 AB 等于边长 L。

(2) 分别以 A、B 为圆心，边长 L 为半径，作两弧相交于 C。

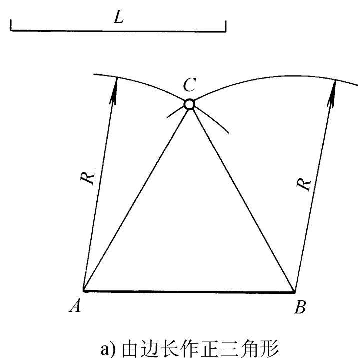
(3) $\triangle ABC$ 即为所求。

例 2：作已知圆的内接正三角形（图 14-17b）。

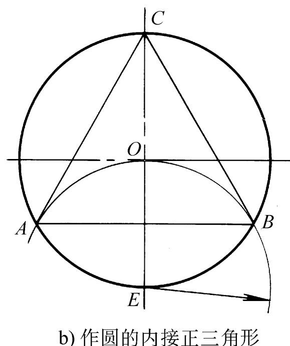
作图步骤:

(1) 以圆的直径端点 E 为圆心，已知圆的半径 R 为半径作弧，与圆相交于点 A、B。

（2）连接 A、B、C 三点即为求作的正三角形。



a) 由边长作正三角形

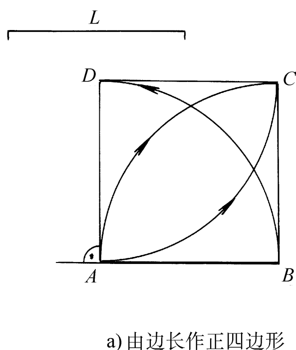


b) 作圆的内接正三角形

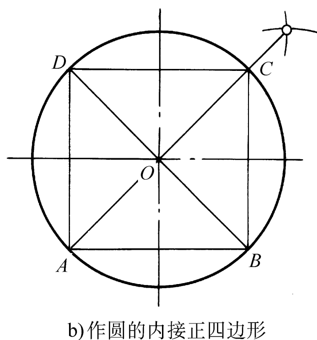
图 14-17

14.1.6.2 作正四边形

例 1：已知边长 L，作正四边形（图 14-18a）。



a) 由边长作正四边形



b) 作圆的内接正四边形

图 14-18

作图步骤：

（1）作直线 AB 等于边长 L。

（2）过点 A 作垂线，并以 A 为圆心、边长 L 为半径作弧，与垂线相交于 D。

（3）分别以 D、B 为圆心，L 为半径作两弧相交于 C，四边形 $ABCD$ 即为求作的正四边形。

例 2：作已知圆的内接正四边形（图 14-18b）。

作图步骤：

作四个象角的角平分线与圆周相交于 A、B、C、D 四点，四边形 $ABCD$ 即为所求。

14.1.6.3 作正五边形（近似作图）

例：作已知圆的内接正五边形（近似作图）（图 14-19）。

方法 1

作图步骤（图 a）：

（1）在已知圆中取半径 OM 的中点 F。

（2）以 F 为圆心，FA 为半径作弧与 ON 交于点 G。

（3）以 A 为圆心，AG 为半径作弧与圆相交于点 B。AB 即为正五边形的边长（近似）。

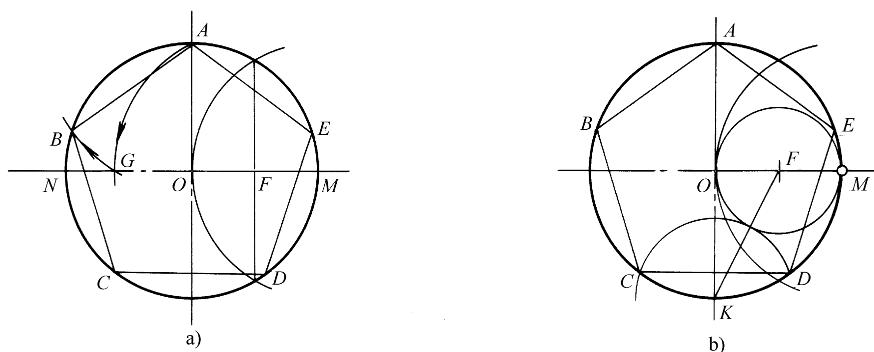


图 14-19

方法 2

作图步骤（图 b）：

（1）以半径 *OM* 的中点 *F* 为圆心，*FO* = *d*/4 为半径作圆 *F*。

（2）以 *K* 为圆心作弧与 *F* 圆相切，并与已知圆相交于 *C*、*D* 两点。*CD* 即为正五边形的边长（近似）。

14.1.6.4　作正六边形

例：作已知圆的内接正六边形（图 14-20）。

作图步骤：

以已知圆直径的两端点 *A*、*D* 为圆心，以 *AO*、*DO* 为半径作弧，与圆相交于 *B*、*F*、*C*、*E* 四点，*ABCDEF* 即为求作的正六边形。

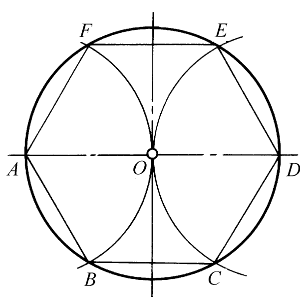


图 14-20

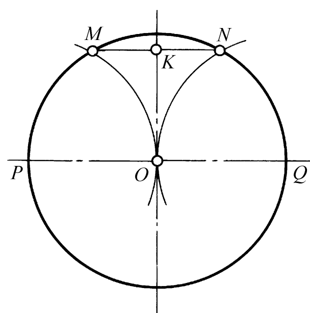


图 14-21

14.1.6.5　作正七边形（近似作图）

例：作已知圆的内接正七边形（图 14-21）。

作图步骤：

（1）以已知圆直径的端点 *P*、*Q* 为圆心，以 *PO*、*QO* 为半径作弧交圆于点 *M*、*N*。

（2）连接线 *MN*，与垂直于 *PQ* 的圆心线相交于点 *K*，*OK* 即为七边形的边长（近似）。

14.1.6.6　作正八边形

例：作已知圆的内接正八边形（图 14-22）。

作图步骤：

作任一象角的角平分线与圆相交于点 *B*，其等分角所对应的弦长 *AB* 或 *BC* 即正八边形的边长。

14.1.6.7　作正九边形（近似作图）

例：作已知圆的内接正九边形（图 14-23）。

图　14-22

图　14-23

作图步骤：

（1）过已知圆直径的端点 M 作任意直线 MP，并将 MP 分为 9 等份。

（2）连接 N、P 两点。

（3）过 MP 上的等分点 2 作 NP 的平行线与 MN 相交于 $2'$。

（4）分别以 M、N 为圆心，MN 为半径作两弧相交于 K。

（5）连接 K、$2'$并延长，使之与圆相交于点 Q，连线 MQ 即为所求正九边形的边长（近似）。

除上述方法外，还可利用边长与直径的关系作圆的内接正多边形，见表 14-1。

表 14-1　正多边形边长 L 与外接圆直径 d 的关系

边　数　n	$L\approx$（　）d	边　数　n	$L\approx$（　）d
3	$L\approx0.87d$	12	$L\approx0.26d$
4	0.71	13	0.24
5	0.59	14	0.22
6	0.50	15	0.21
7	0.43	16	0.19
8	0.38	17	0.18
9	0.34	18	0.17
10	0.31	19	0.16
11	0.28	20	0.15

注：1. 表中所列数值一般为近似值，作图时应作适当调整。

2. 此表计算公式为：$L=d\sin\frac{180°}{n}$。

14.1.7　斜度及锥度的作图

14.1.7.1　作斜度（图 14-24）

作图步骤：

（1）作 $OD\perp OA$。

（2）在 OD 线上取 OB 为一个单位长度。

（3）在 OA 线上取 OE 为 n 个单位长度，直线 BE 的斜度即为 $1:n$。凡与 BE 线平行的直线，其斜度均为 $1:n$。

14.1.7.2　作锥度（图 14-25）

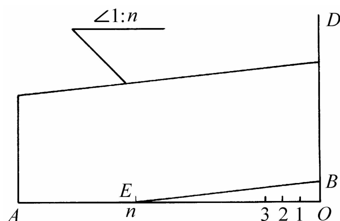


图　14-24

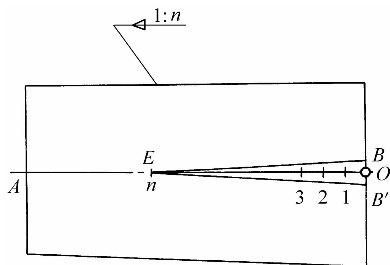


图　14-25

作图步骤：

（1）以 OA 为轴线，过点 O 作 OA 的垂线。

（2）在垂线上量取 BB' 为一个单位长度 $\left(使\ OB = OB' = \dfrac{1}{2}BB'\right)$。

（3）在 OA 上取 OE 为 n 个单位长度，以 BB' 为底圆直径、OE 为高的圆锥的锥度即为 $1:n$。凡与 BE、$B'E$ 平行并对称于轴线 OA 的两直线，均为锥度 $1:n$ 的圆锥素线。

14.1.8　直线与圆弧连接的作图

14.1.8.1　过圆上一点作圆的切线

例：已知圆上一点 A，过 A 作该圆的切线（图 14-26）。

作图步骤：

（1）连接圆心 O 和切点 A。

（2）作 OA 的垂直平分线。

（3）在垂直平分线上任取一点 O_1，以 O_1 为圆心、O_1A 为半径作半圆，交 OO_1 的延长线于 B 点。

（4）连 A、B 两点，AB 即为所求的切线。

14.1.8.2　过圆外一点作圆的切线

例：过圆外一点 A 作已知圆的切线（图 14-27）。

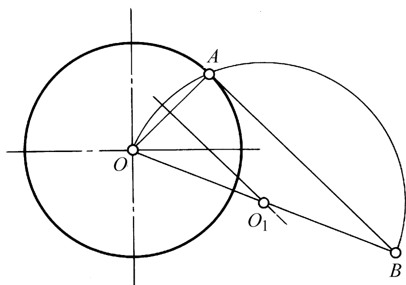


图　14-26

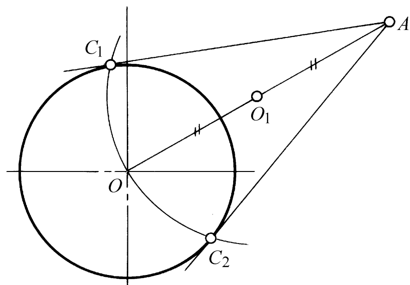


图　14-27

作图步骤：

（1）作 A 点与圆心 O 的连线。

（2）以 OA 的中点 O_1 为圆心，OO_1 为半径作弧，与已知圆相交于点 C_1、C_2。

（3）分别连接点 A、C_1 和点 A、C_2，AC_1 和 AC_2 即为所求切线。

14.1.8.3　作两圆的公切线

例 1：已知两圆 O_1、O_2，求作同侧公切线（图 14-28）。

作图步骤：

（1）以 O_2 为圆心，R_2-R_1 为半径作辅助圆。

（2）过 O_1 作辅助圆的切线 O_1C。

（3）连接 O_2C 并延长，使与 O_2 圆交于 C_2。

（4）作 $O_1C_1 /\!/ O_2C_2$，连线 C_1C_2 即所求的公切线。

例 2：已知两圆 O_1、O_2，求作异侧公切线（图 14-29）。

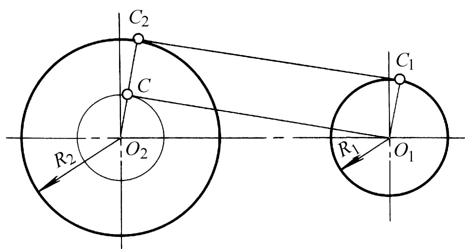


图　14-28

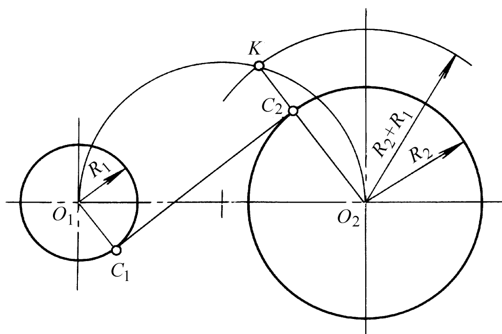


图　14-29

作图步骤：

（1）以 O_1O_2 为直径作辅助圆。

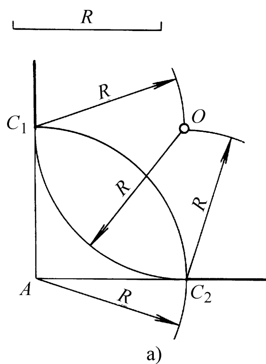
（2）以 O_2 为圆心，R_1+R_2 为半径作弧，与辅助圆相交于点 K。

（3）连 O_2K 与 O_2 圆相交于 C_2。

（4）作 $O_1C_1 /\!/ O_2C_2$，连线 C_1C_2 即为所求的公切线。

14.1.8.4　作圆弧与两相交直线相切

例 1：作半径为 R 的圆弧，与两垂直相交的直线相切（图 14-30a）。



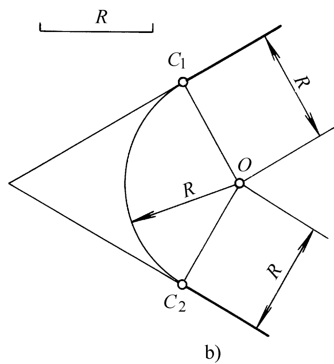


图　14-30

作图步骤：

（1）以两直线的交点 A 为圆心，R 为半径作弧，分别与两直线交于点 C_1、C_2。

（2）分别以 C_1、C_2 为圆心，R 为半径作弧，其交点 O 即为所求圆弧的圆心。点 C_1 及 C_2 为切点。

例 2：作半径为 R 的圆弧，与任意两相交直线相切（图 14-30b）。

作图步骤：

（1）在已知两相交直线的内侧各作一平行线，使之与已知直线的距离为 R。

（2）两平行线的交点 O 即为所求圆弧的圆心。点 O 到两已知直线的垂足 C_1 及 C_2 为切点。

14.1.9　圆弧与圆弧的连接

14.1.9.1　作圆弧与两已知圆内切

例：作半径为 R 的圆弧，与两已知圆 O_1、O_2 内切（图 14-31）。

作图步骤：

（1）分别以 O_1、O_2 为圆心，以 $R-R_1$ 和 $R-R_2$ 为半径作两弧相交于 O。点 O 即为所求相切圆弧的圆心。

（2）作连线 OO_1 和 OO_2，分别与两已知圆相交于 T_1、T_2，即其切点。

14.1.9.2　作圆弧与两已知圆外切

例：作半径为 R 的圆弧，与两已知圆 O_1、O_2 外切（图 14-32）。

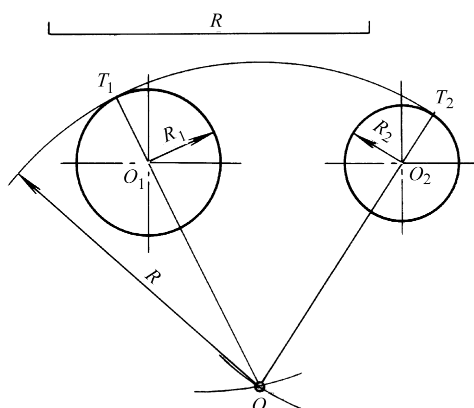


图　14-31

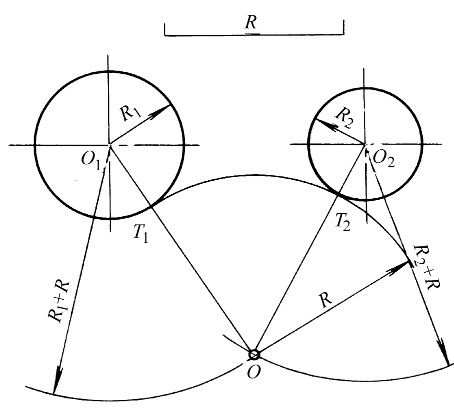


图　14-32

作图步骤：

（1）分别以 O_1、O_2 为圆心，以 $R+R_1$ 和 $R+R_2$ 为半径作两弧，其交点 O 即为所求相切弧的圆心。

（2）作连线 OO_1 和 OO_2，分别与已知圆相交于 T_1、T_2，即其切点。

14.1.9.3　作圆弧与一已知圆外切，与另一已知圆内切

例：作半径为 R 的圆弧，与已知圆 O_1 内切，与已知圆 O_2 外切（图 14-33）。

作图步骤：

（1）以 O_1 为圆心，$R-R_1$ 为半径作弧。

（2）以 O_2 为圆心，$R+R_2$ 为半径作弧。

（3）两弧的交点 O 即为所求圆弧的圆心。

（4）作连线 OO_1 和 OO_2 分别与已知圆相交于 T_1、T_2，即其切点。

14.1.9.4　作圆与三同径已知圆相切（图 14-34）

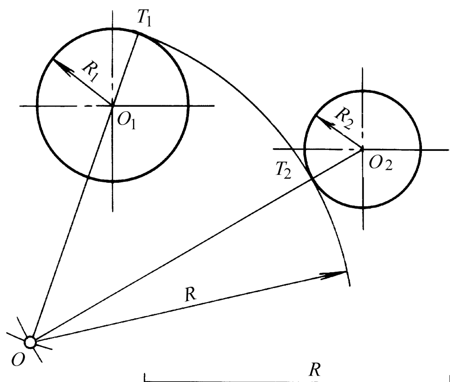


图　14-33

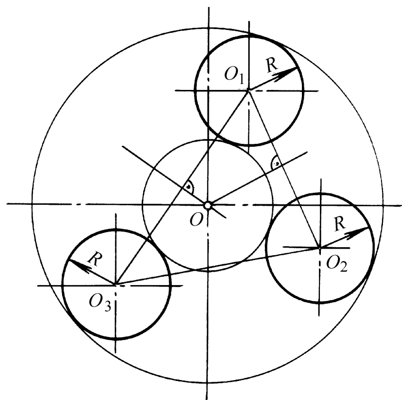


图　14-34

作图步骤：

（1）作三已知圆的圆心连线 O_1O_2、O_2O_3、O_3O_1。

（2）作 O_1O_2、O_2O_3、O_3O_1 中任意两线的垂直平分线。

（3）两条垂直平分线的交点 O 即为公切圆的圆心。内切圆半径 $=OO_1-R$，外切圆半径 $=OO_1+R$。

14.1.9.5　作圆与三异径已知圆外切（图 14-35）

作图步骤：

（1）以 O_2、O_3 为圆心，R_2-R_1 和 R_3-R_1 为半径，分别作两个辅助圆。

（2）作两辅助圆的公切线，切点为 T_2、T_3。

（3）T_2T_3 与 O_2O_3 相交于 A。

（4）过 O_1、T_2、T_3 三点作辅助圆 S。辅助圆 S 与 O_3 的辅助圆相交于 B。

（5）BT_3 与 AO_1 相交于 C。

（6）过点 C 作直线与 O_3 辅助圆相切于 D。

（7）过辅助圆心 S 作 AO_1 的垂线并与 O_3D 相交于 O，点 O 即为所求外切圆的圆心。

14.1.9.6　作圆与三异径已知圆内切（图 14-36）

作图步骤：

（1）以 O_2、O_3 为圆心，R_3-R_1 和 R_2-R_1 为半径作两辅助圆。

（2）作两辅助圆的公切线，切点为 T_2、T_3。

（3）T_2T_3 与 O_2O_3 相交于 A。

（4）过 O_1、T_2、T_3 三点作辅助圆 S。辅助圆 S 与 O_2 的辅助圆相交于 B。

（5）BT_2 与 O_1A 相交于 C。

（6）过点 C 作 O_2 的辅助圆的切线，切点为 D。

（7）过 S 作 O_1A 的垂线，与 O_2D 连线相交于 O，点 O 即为所求内切圆的圆心。

14.1.10　圆弧连接的综合作图

14.1.10.1　过圆外一点作弧与已知圆相切于定点

例：过圆外一点 A 作弧与已知圆相切于点 B（图 14-37）。

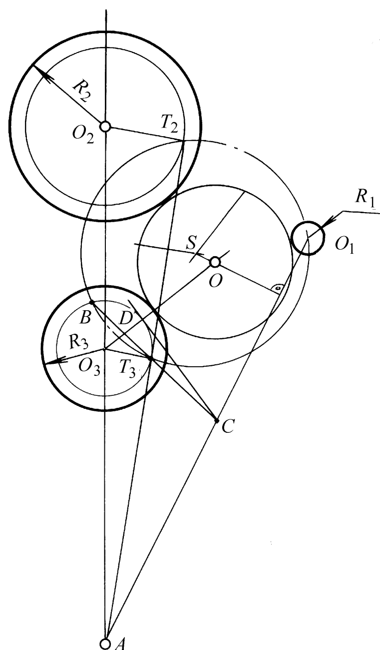


图 14-35

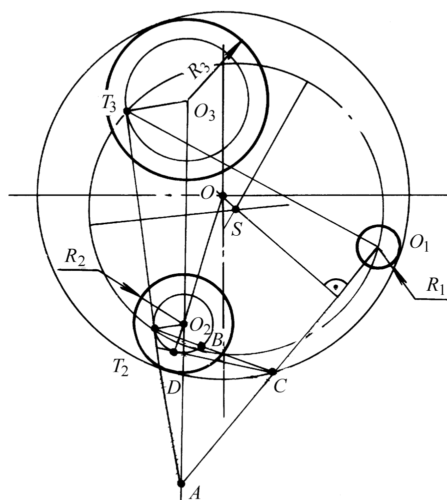


图 14-36

作图步骤：

（1）作 A、B 连线的垂直平分线。

（2）连 O、B 并延长，使与 AB 的垂直平分线相交于 O_1。点 O_1 即所求相切圆弧的圆心，其半径 $R = O_1B = O_1A$。

14.1.10.2 过圆外两点作弧与已知圆相切

例：过圆外两点 A 和 B 作圆弧与已知圆相切（图 14-38）。

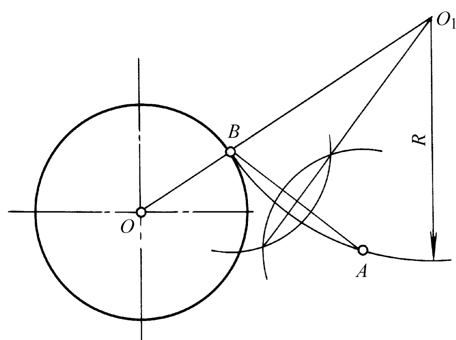


图 14-37

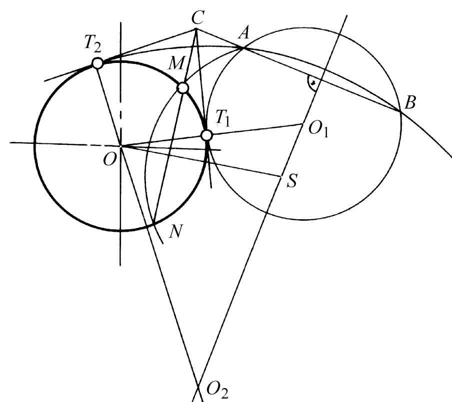


图 14-38

作图步骤：

（1）连接 A、B，在 AB 的垂直平分线上任取一点 S 为圆心，以 SA（$=SB$）为半径作

弧，与已知圆 O 相交于 M 和 N。

（2）MN 与 AB 相交于 C。

（3）过点 C 作已知圆 O 的切线，切点为 T_1 和 T_2。

（4）OT_1 和 OT_2 与 AB 的垂直平分线相交于 O_1 和 O_2，O_1、O_2 即所求圆弧圆心的两个解，其半径分别为 O_1T_1 及 O_2T_2。

14.1.10.3　作圆弧与已知直线及已知圆相切

例： 作半径为 R 的圆弧与已知直线 l 及已知圆 O_1 外切（图 14-39）。

作图步骤：

（1）以 O_1 为圆心，R_1+R 为半径作辅助圆。

（2）作线 $l_1 /\!/ l$，其距离为半径 R。

（3）线 l_1 与辅助圆的交点 A 及 B 即为所求相切圆弧的圆心。

14.1.10.4　过两已知点作圆与已知直线相切

例： 过 A、B 两点作圆与已知线 l 相切（图 14-40）。

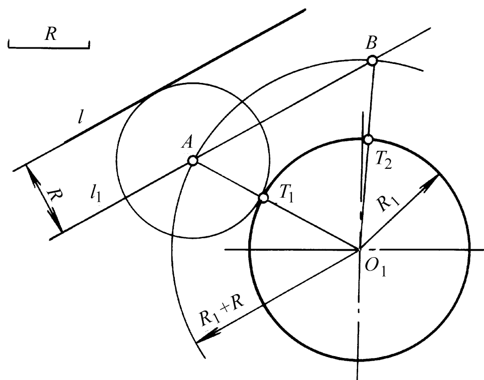


图　14-39

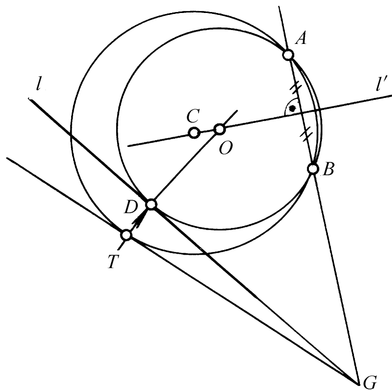


图　14-40

作图步骤：

（1）连接已知点 A 及 B，作 AB 的中垂线 l'。

（2）在线 l' 上任取一点 C，以 C 为圆心，$CA=CB$ 为半径作辅助圆。

（3）AB 线与已知线 l 相交于 G，过 G 作直线与辅助圆相切于 T。

（4）在 l 线上取 $GD=GT$。

（5）过 D 点作线垂直于 l 并与 l' 相交于 O。点 O 即求作之圆的圆心（半径为 OD）。

14.1.10.5　过点作圆与两相交直线相切

例： 过点 A 作圆与相交两直线 l_1 及 l_2 相切（图 14-41）。

作图步骤：

（1）作相交两直线 l_1 及 l_2 的角平分线 l'。

（2）作点 A' 与已知点 A 对称于 l'。

（3）在 l' 线上任取一点 C。以点 C 为圆心、$CA=CA'$ 为半径作辅助圆。

（4）延长 AA' 交 l_2 于 K，过 K 作辅助圆的切线 KT，其切点为 T。

（5）在 l_2 线上量取 $KD=KT$。

（6）过点 D 作 l_2 的垂线，交 l' 于 O。点 O 即求作之圆的圆心（半径为 OD）。

14.1.10.6　过点作圆与已知直线及圆相切

例：过已知点 A 作圆与直线 l 及圆 O 相切（图 14-42）。

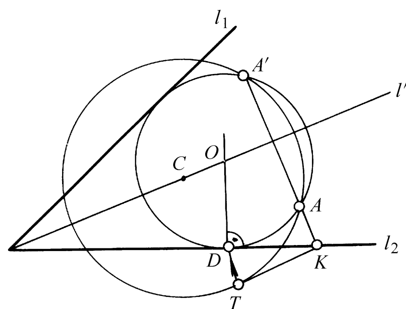


图　14-41

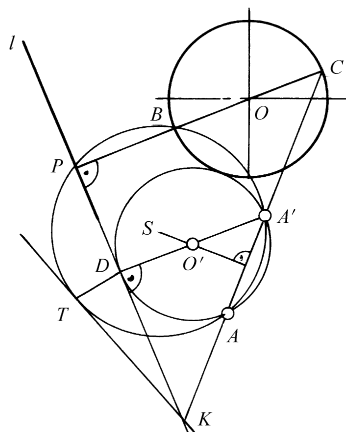


图　14-42

作图步骤：

（1）由已知圆心 O 作 $OP \perp l$，OP 与圆 O 相交于 B、C 两点。

（2）过已知点 A 及 B、P 两点作辅助圆 S。该辅助圆与 CA 相交于 A'。

（3）延长 CA 交 l 于 K，过点 K 作辅助圆 S 的切线，其切点为 T。

（4）在 l 线上量取 $KD = KT$。

（5）过 D 点作 l 的垂线与线段 AA'的中垂线相交于 O'，点 O'即求作之圆的圆心。

14.1.10.7　作圆与已知圆及两相交直线相切

例：作一圆与两相交直线 l_1、l_2 和圆 O 都相切（图 14-43）。

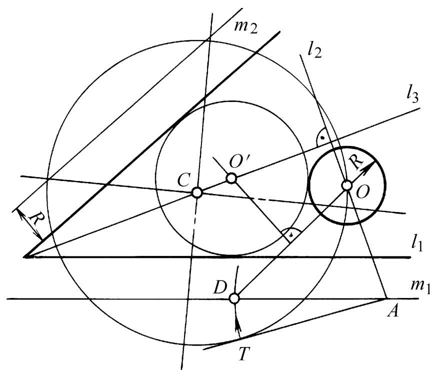


图　14-43

作图步骤：

（1）作直线 m_1、m_2 分别平行已知直线 l_1、l_2，其距离为已知圆 O 的半径 R。

（2）作 l_1 及 l_2 的角平分线 l_3。

（3）过圆心 O 作 l_3 的垂线。该垂线与 m_1 相交于 A。

（4）在 l_3 上任取一点 C，以 C 为圆心，CO 为半径作辅助圆。

（5）过点 A 作直线与辅助圆相切于 T。

（6）在 m_1 线上量取 $AD = AT$。

（7）作线段 OD 的垂直平分线与 l_3 相交于点 O'，O'即为求作之圆的圆心。

14.2　几何曲线的作图

14.2.1　椭圆

14.2.1.1　已知长、短轴，作椭圆

例 1：已知椭圆的长轴 AB、短轴 CD，作椭圆（图 14-44）。

作图步骤：

（1）以长、短轴为直径作两个同心的辅助圆。

（2）在两辅助圆上作出对应的等分点，如 1、2、3、……及 1′、2′、3′、……（等分数量随精确度要求而定）。

（3）依次自等分点 1′、2′、……作铅垂线，同时自对应的等分点 1、2、……作水平线。

（4）各铅垂线与其对应的水平线的交点 P_1、P_2、P_3、……即椭圆曲线上的点，从而可以作出椭圆。

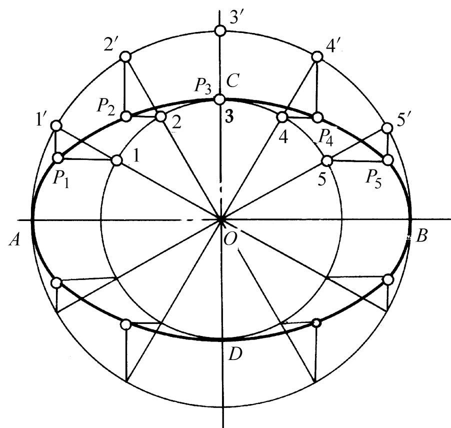


图　14-44

例 2：已知椭圆长、短轴 AB 及 CD，找出椭圆的焦点 F_1、F_2 后，再作椭圆（图 14-45）。

作图步骤：

（1）以短轴端点 D 为圆心，$R=\dfrac{1}{2}AB$ 为半径作辅助圆与 AB 交于 F_1、F_2（即焦点）。

（2）将 OF_1、OF_2 分为相应的若干分段，如 $F_1$1、12、23、……及 $F_2$1′、1′2′、2′3′、……（靠近 F_1、F_2 处分段宜较密）。

（3）以 F_1 为圆心，依次以 A1、A2……为半径作弧；以 F_2 为圆心，依次以 B1、B2、……为半径作弧。

（4）两对应弧的交点 P_1、P_2、P_3、……即为椭圆曲线上的点，从而可以作出椭圆。

例 3：已知椭圆的长、短轴 AB、CD，用四心扁圆的方法作椭圆（近似作图）（图 14-46）。

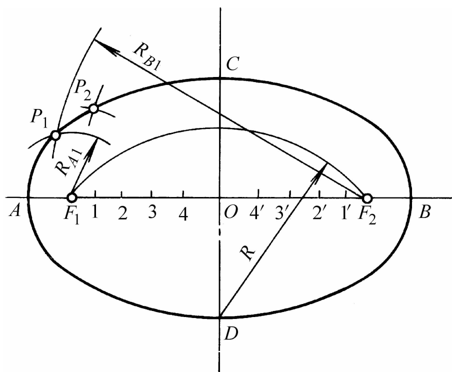


图　14-45

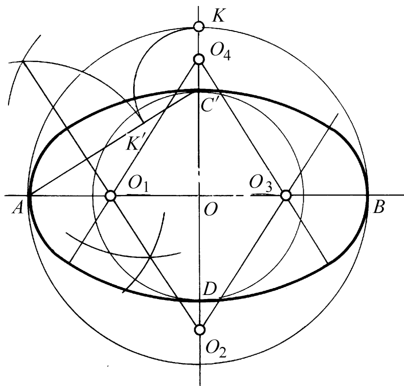


图　14-46

作图步骤：

（1）在短轴 CD 线上取 $OK=OA$，得点 K。

（2）连接 A、C，在 AC 线上取 $CK'=CK$，得点 K'。

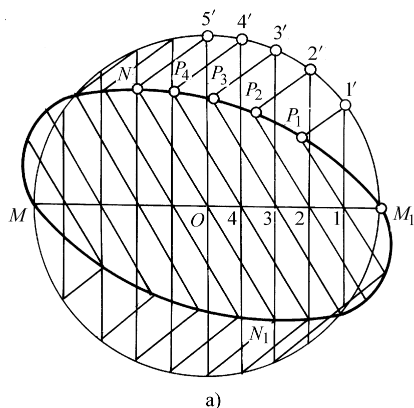
（3）作 AK'的中垂线，交 OA 于 O_1，交 OD 于 O_2。

（4）作 O_3、O_4，分别与 O_1、O_2 对称于长、短轴线。

（5）以 O_1、O_2、O_3、O_4 为圆心，分别以 O_1A、O_2C、O_3B、O_4D 为半径作四段圆弧，即为近似椭圆——扁圆。

14.2.1.2　已知共轭轴，作椭圆

方法 1（图 14-47a）



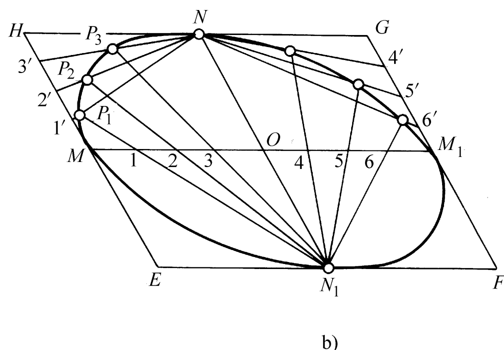


图　14-47

作图步骤：

（1）以共轭轴 MM_1 为直径作辅助圆。

（2）过 MM_1 上的各点 1、2、3、……作 MM_1 的垂线与辅助圆相交于点 1′、2′、3′、……。

（3）连接过圆心 O 所作垂线的交点 5′与另一共轭轴 NN_1 的端点 N。

（4）过点 1′、2′、3′、……作 5′N 的平行线，再过点 1、2、3、……作 NN_1 的平行线，相应两平行线的交点 P_1、P_2、P_3、……即为椭圆曲线上的点。

方法 2（图 14-47b）

作图步骤：

（1）过共轭轴的各端点 N、N_1、M、M_1 作平行四边形 $EFGH$（其对边分别平行于 MM_1 及 NN_1）。

（2）在 OM、OM_1 及其相邻边 HM、GM_1 上作同数目的等分点 1、2、3、……及 1′、2′、3′、……。

（3）从 NN_1 的一个端点 N_1 出发，过 MM_1 上的等分点 1、2、3、4、5、6 作射线；再从另一端点 N 出发向 HM，GM_1 各等分点 1′、2′、3′、4′、5′、6′作射线。两组射线中两相应射线的交点 P_1、P_2、……即椭圆曲线上的点。

14.2.1.3　确定椭圆长、短轴的方向和大小

图 14-48a 为已知椭圆曲线的作图步骤：

（1）以点 O 为圆心，任作一圆与椭圆相交于点 1、2、3、4。

（2）矩形 1234 的对称中心线即为椭圆的长、短轴的方向，与椭圆曲线交点的连线 AB、CD 即为椭圆的长、短轴。

图 14-48b 为已知共轭轴 MM_1，NN_1 的作图步骤：

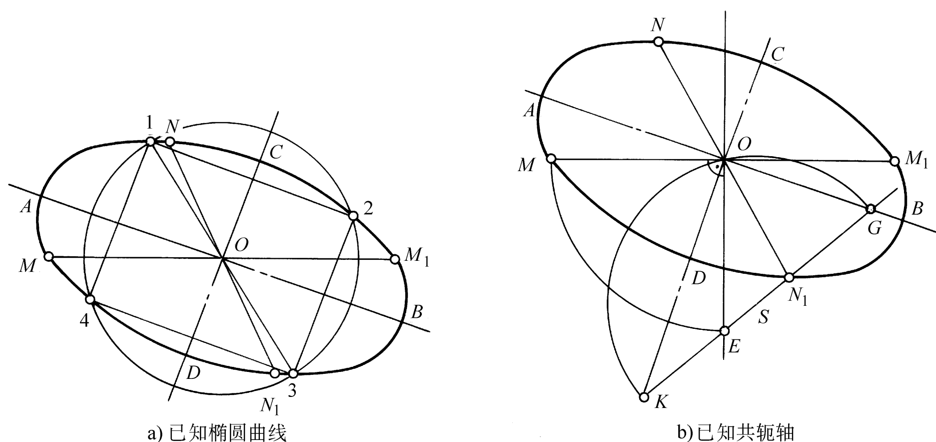


图　14-48

（1）作 $OE \perp MM_1$，并使 $OE = OM$。

（2）连接 E 及 N_1，以 EN_1 的中点 S 为圆心，OS 为半径作弧，与 EN_1 的延长线相交于 G、K 两点。

（3）OG 为椭圆的长轴方向，长轴的长度为 $2EG$；OK 为短轴方向，其长度为 $2KE$。

14.2.1.4　作椭圆曲线上的切线及法线

例 1：已知椭圆曲线及线上一点 T，作椭圆的法线和切线（图 14-49）。

作图步骤：

（1）以短轴端点 C 为圆心，长轴之半 OA 为半径作弧，交 AB 于 F_1、F_2（即焦点）。

（2）连接 F_1T 和 F_2T。

（3）作 $\angle F_1TF_2$ 的角平分线，即椭圆上点 T 处的法线。

（4）过点 T 作法线的垂线，即其切线。

例 2：过椭圆外一点 S 作椭圆的法线（图 14-50）。

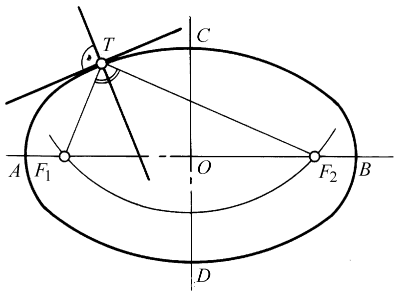


图　14-49

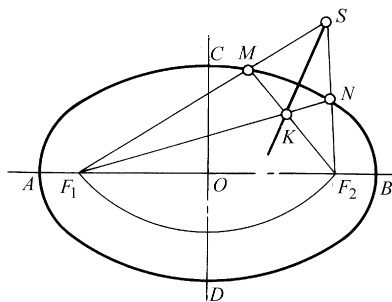


图　14-50

作图步骤：

（1）先求出椭圆的焦点 F_1、F_2。

（2）作连线 F_1S 及 F_2S，分别与椭圆交于 M 及 N。

（3）两连线 F_1N 及 F_2M 相交于 K，KS 即为所求的法线。

例 3：过椭圆外一点 S 作椭圆的切线（图 14-51）。

作图步骤：

（1）先求出椭圆焦点 F_1、F_2。

（2）以 F_2 为圆心，长轴 AB 为半径作弧。

（3）再以 S 为圆心，SF_1 为半径作弧，两弧相交于 K。

（4）KF_2 与椭圆相交于 T，直线 ST 即为所求的切线。

14.2.1.5　作椭圆的展开长度（近似作图）（图 14-52）

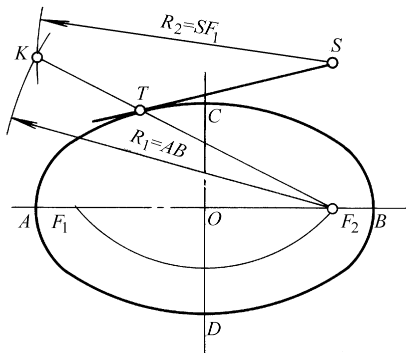


图　14-51

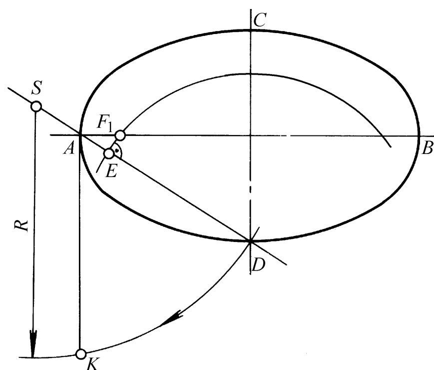


图　14-52

作图步骤：

（1）求出椭圆的一个焦点 F_1。

（2）连接椭圆长、短轴端点 D、A。

（3）过 F_1 作 $F_1E \perp DA$，在 DA 延长线上量取 $AS = 1.5AE$。

（4）以 S 为圆心、SD 为半径作弧，与过 A 点所作铅垂线（切线）相交于 K，AK 即为 AD 曲线段的展开长度（近似）。

14.2.2　抛物线

14.2.2.1　已知准线及焦点作抛物线（图 14-53）

作图步骤：

（1）过焦点 F 作对称轴 AK 垂直于准线 MN。

（2）求出抛物线的顶点 $O\left(AO = \frac{1}{2}AF\right)$。

（3）在 OK 之间作分点 1、2、3、……（不一定等分）。

（4）过各分点作 l_1、l_2、l_3、……垂直于 AK。

（5）以 F 为圆心，依次以 $A1$、$A2$、$A3$、……为半径作弧，与 l_1、l_2、l_3、……相交，连接交点 P_1、P_2、P_3、……即为所求的抛物线。

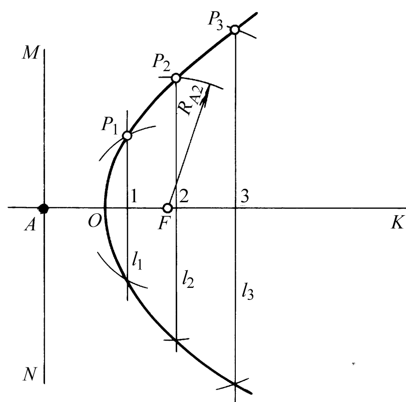


图　14-53

14.2.2.2　已知对称轴、顶点及曲线上一点，作抛物线

方法 1（图 14-54a）

作图步骤：

（1）过曲线上的已知点 D 及顶点 O 分别作直线平行及垂直于对称轴线 OK。此二线相交于点 B。

（2）在 OB 及 BD 上作出相同数量的等分点。

（3）以 O 为中心，向 BD 线上的各分点 1′、2′、3′、……作射线。

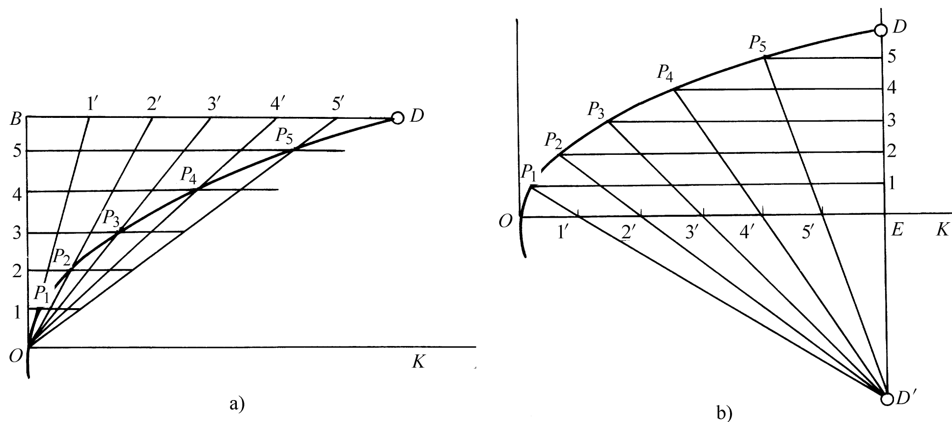


图 14-54

（4）过 OB 线上的各分点 1、2、3、……作 BD 的平行线。

（5）两组直线中相应两线的交点 P_1、P_2、P_3、……即为抛物线上的点。

方法 2（图 14-54b）

作图步骤：

（1）过已知点 D 作 OK 的垂线，与 OK 相交于点 E。

（2）在 DE 的延长线上取点 D'为点 D 的对称点。

（3）在 OE 和 DE 两线上作出相同数量的等分点。

（4）以 D'为中心，向 OE 上的各分点 1′、2′、3′、……作射线。

（5）过 ED 上的各分点 1、2、3、……作 OE 的平行线，两组直线中相应两线的交点 P_1、P_2、P_3、……即抛物线上的点。

14.2.2.3　已知与抛物线相切的两线段，作抛物线

例：已知 SA、SB 为抛物线的两切线，作抛物线（图 14-55）。

作图步骤：

（1）在切线 SA、SB 上作出相同数量的等分点。

（2）如图所示将各点进行编号。

（3）依次用直线连接相应序号的点。

（4）作各连线的包络线即得所求的抛物线（A、B 两点为切点）。

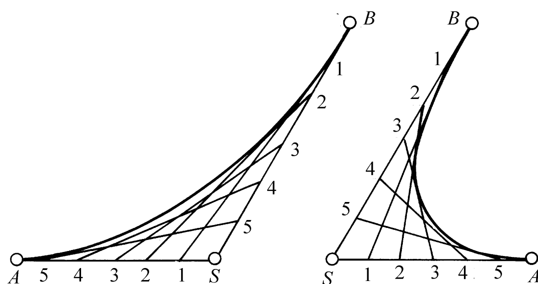


图 14-55

14.2.2.4　作抛物线的切线

例 1：已知抛物线（F 为焦点，MN 为准线）及其上一点 T，过点 T 作抛物线的切线

（图 14-56）。

作图步骤：

（1）过 T 作直线 TE 垂直于准线 MN。

（2）连接已知点 T 及焦点 F。

（3）作 $\angle ETF$ 的角平分线，此角平分线即为所求的切线。

例 2：已知抛物线及其上一点 T，过点 T 作抛物线的切线并求曲线焦点 F（图 14-57）。

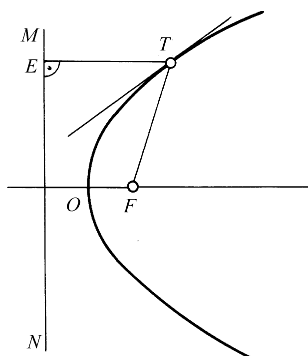


图 14-56

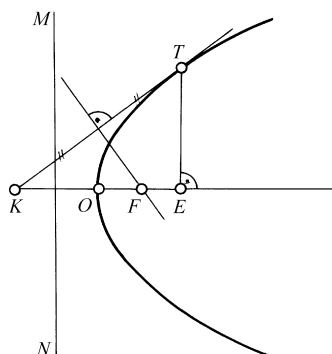


图 14-57

作图步骤：

（1）由已知点 T 作直线 TE 垂直于对称轴线。

（2）在轴线上自顶点 O 量取 $OK=OE$。

（3）连接 K、T、KT 即为所求切线。

（4）作切线 KT 的垂直平分线与对称轴线相交于 F，F 即为焦点。

例 3：已知抛物线及抛物线外一点 S，作抛物线的切线（图 14-58）。

作图步骤：

（1）以 S 为圆心，SF 为半径作弧，交准线 MN 于 B_1、B_2 两点。

（2）过 B_1、B_2 分别作直线平行于对称轴线并与曲线相交于 T_1、T_2。

（3）连 S、T_1 和 S、T_2，ST_1 及 ST_2 即为所求的切线。

14.2.3 双曲线

14.2.3.1 已知双曲线的实半轴 a 及虚半轴 b，作双曲线（图 14-59）

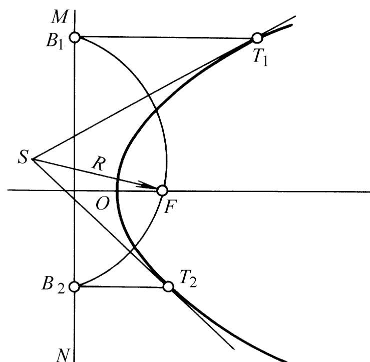


图 14-58

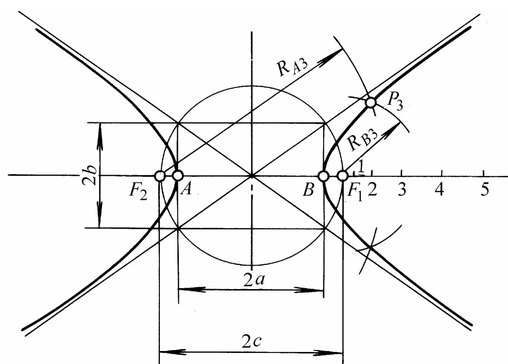


图 14-59

作图步骤：

（1）根据 $c=\sqrt{a^2+b^2}$ 的关系作图，求出焦点 F_1、F_2。

（2）从焦点向外作若干分点 1、2、3、……（不必等距）。

（3）分别以 F_1、F_2 为圆心，以曲线两顶点 A、B 到某一分点的距离为半径（如 R_{A3} 及 R_{B3}）作两弧。

（4）相应两弧的交点（如 P_3）即为曲线上的点。

14.2.3.2　已知双曲线上的一点及渐近线，作双曲线（图 14-60）

作图步骤：

（1）过已知点 P 作 l_1' 及 l_2' 分别与渐近线 l_1 及 l_2 平行。

（2）在两平行线之一，如 l_2' 上取若干点 1、2、3、……（不必等距）。

（3）自 l_1 与 l_2 的交点 O 依次与各分点作连线，与另一平行线（l_1'）相交于相应的分点 1′、2′、3′、……。

图　14-60

（4）自 l_2' 上各分点作线平行于 l_1'，自 l_1' 上各分点作线平行于 l_2'。

（5）连接各对相应平行线的交点 P_1、P_2、P_3、……，即得所求双曲线的一支。

14.2.3.3　作双曲线的切线

例 1：已知双曲线及双曲线上一点 P，过点 P 作双曲线的切线（图 14-61）。

作图步骤：

（1）作已知点 P 与两个焦点 F_1、F_2 的连线。

（2）作 $\angle F_1PF_2$ 的角平分线即所求的切线。

例 2：已知双曲线及双曲线外一点 S，过 S 作双曲线的切线（图 14-62）。

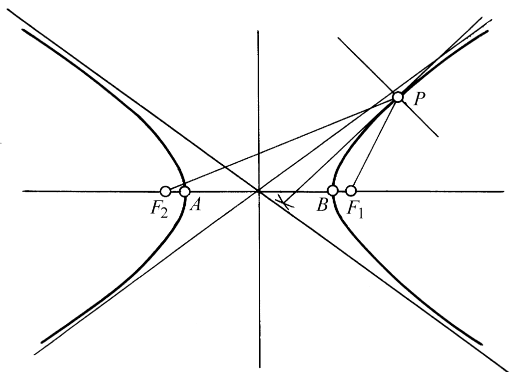


图　14-61

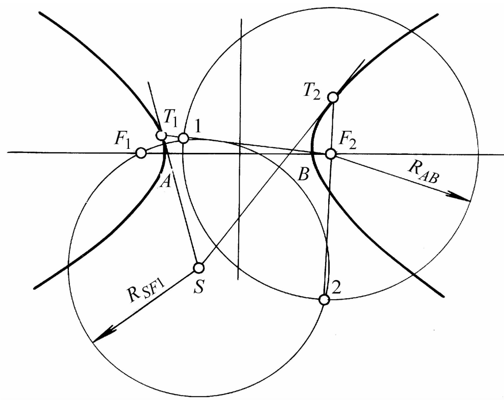


图　14-62

作图步骤：

（1）以 S 为圆心，SF_1 为半径作辅助圆。

（2）再以 F_2 为圆心，以双曲线两顶点的距离 AB 为半径作辅助圆。两辅助圆相交于 1、2 两点。

（3）连接 F_2 和 1，与曲线交于 T_1；连接 F_2 和 2 与曲线交于 T_2。点 T_1、T_2 即所求的切点。

14.2.4　渐伸线（渐开线）

14.2.4.1　作圆的渐伸线（图 14-63）

作图步骤：

（1）在基圆上作出若干等分点（图示为 12 等分）。

（2）自每个等分点作基圆的切线。在点“12”处的切线上量取基圆的展开长度，并在此切线上作出同样数量的等分点（12 等分）。

（3）在基圆的每条切线上量取相应的圆弧展开长度，得到相应的点 1′、2′、3′、……、12′，连接各点即为所求的曲线。

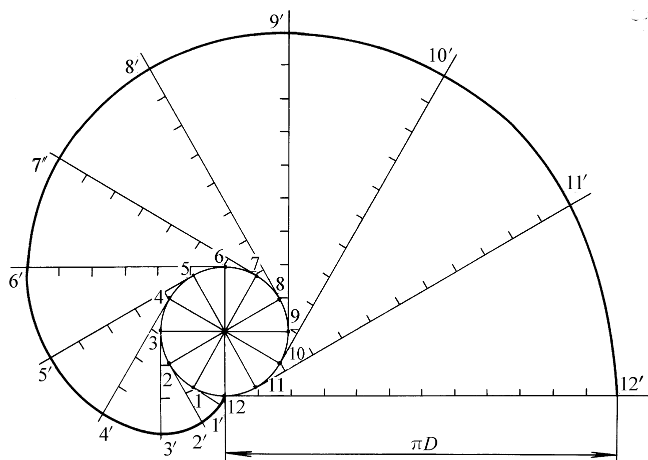


图　14-63

14.2.4.2　作多边形的渐伸线

例：作正五边形的渐伸线（图 14-64）。

作图步骤：

（1）自各顶点向同一侧延长各边。

（2）自某一顶点开始（图示为顶点 1），依次以边长的 1 倍、2 倍、……为半径在相应各边的延长线之间作圆弧，即构成正五边形的渐伸线。

14.2.4.3　作渐伸线的切线

例 1：过圆的渐伸线上一点 T 作切线（图 14-65）。

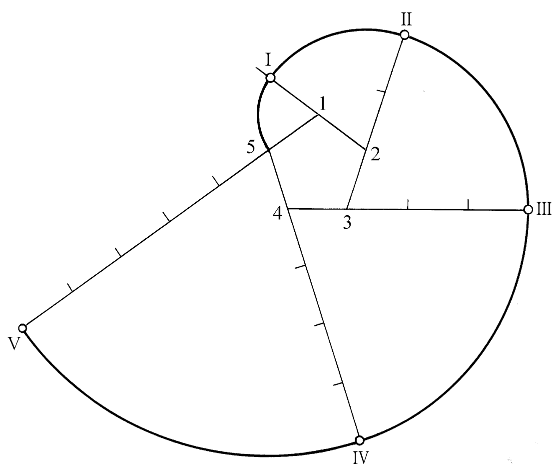


图　14-64

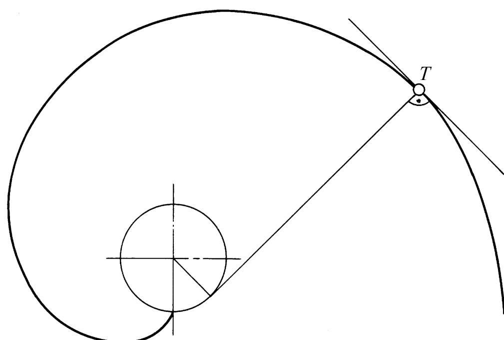


图　14-65

作图步骤：

（1）过点 T 作一辅助线与基圆相切。

（2）自 T 点作辅助线的垂线，该垂线即为所求的切线。

例 2：过正五边形的渐伸线上一点 T 作切线（图 14-66）。

作图步骤：

（1）延长五边形的各边至渐伸线，分析已知点 T 所在圆弧段的圆心（现确定为 O_4 点）。

（2）作 T 与该圆心 O_4 的连线。

（3）过 T 作 TO_4 的垂线，该垂线即为所求的切线。

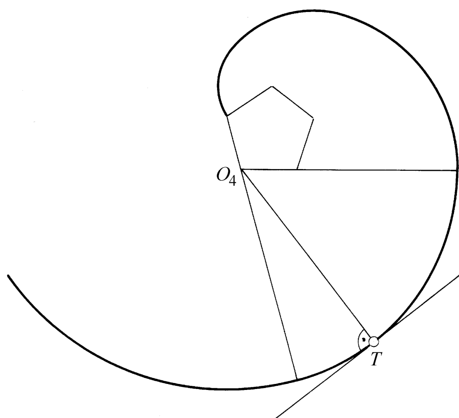


图 14-66

14.2.5 摆线

14.2.5.1 作平摆线（图 14-67）

作图步骤：

（1）在直线上取 AA' 等于滚动圆周的展开长度。

（2）将滚动圆周及 AA' 线段按相同数量等份（图示为 12 等份）。

（3）过圆周上各分点作直线 AA' 的平行线。

（4）当圆由 O_1 滚动到 O_2 位置时，圆 O_2 与过点 2 所作的平行线相交于 P_2，此即动点由 P_1 到 P_2 的新位置。用此法依次求出动点的各个位置 P_3、P_4、……即可连成平摆线。

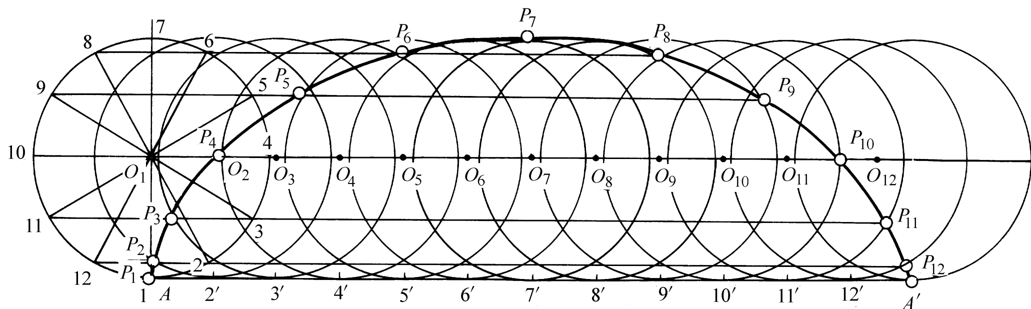


图 14-67

14.2.5.2 作外摆线（图 14-68）

作图步骤：

（1）自滚圆的点 A 在基圆弧上取圆心角 $\alpha = \frac{r}{R} \cdot 2\pi = \angle AOA_1$。

（2）将 $\angle\alpha$ 和滚动圆周分成同样数量的等份（图示为 12 等份）。

（3）以 O 为圆心，过滚圆的各等分点作圆弧。

（4）当滚圆由 O_1 到 O_2 位置时，圆 O_2 与过分点 2 所作的弧相交于 P_2，此即动点由 P_1 到 P_2 的新位置。用此法依次求出动点的各个位置 P_3、P_4、……、P_{12} 即可连成外摆线。

14.2.5.3 作内摆线

作图方法与外摆线的相同（图 14-69）。

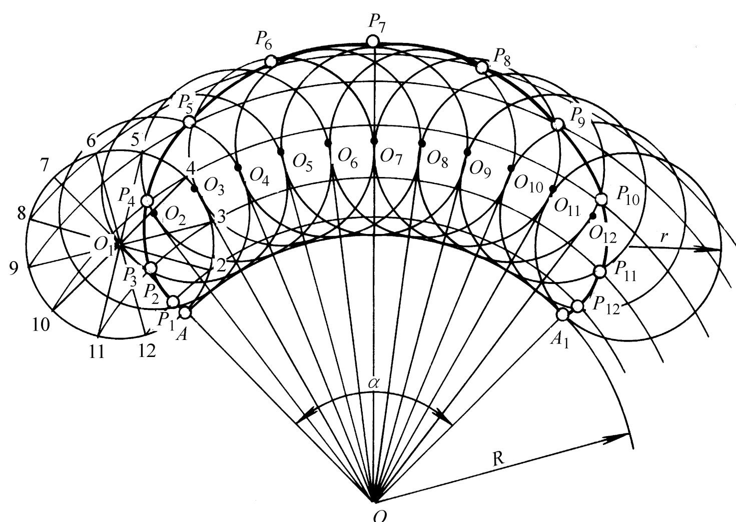


图　14-68

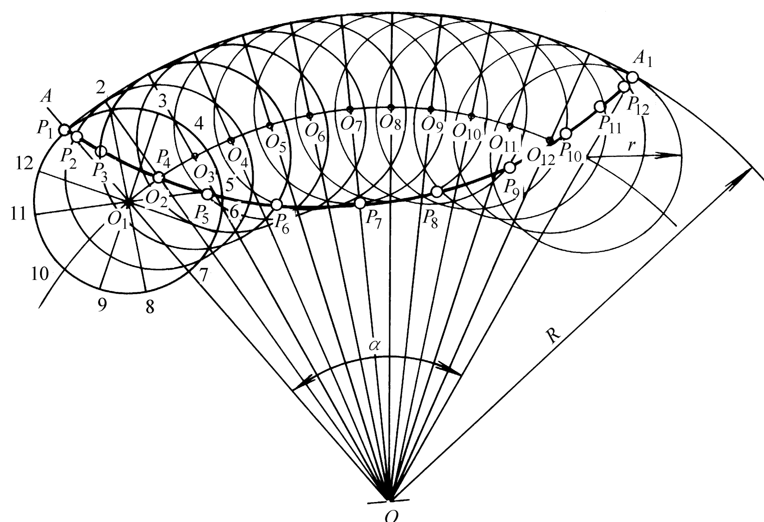


图　14-69

14.2.5.4　作摆线的切线

例 1：过已知平摆线上一点 T 作切线（图 14-70）。

作图步骤：

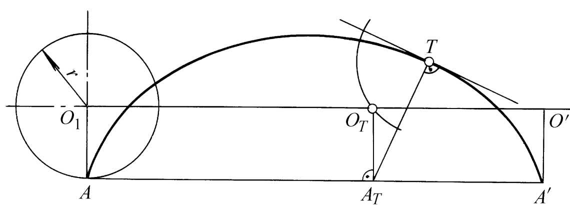


图　14-70

（1）以点 T 为圆心，滚圆半径 r 为半径作弧，交基圆圆心的轨迹线 O_1O' 于点 O_T。

（2）过 O_T 作线垂直于 AA' 并交 AA' 于 A_T。

（3）过点 T 作线垂直于 A_TT，即为所求摆线的切线。

例 2：过已知外摆线 AA' 上一点 T 作切线（图 14-71）。

作图步骤：

（1）以 T 为圆心，滚圆的半径 r 为半径作弧，交基圆圆心的轨迹线 $\overset{\frown}{O_1O'}$ 于 O_T。

（2）连接 O_T 及 O，与 $\overset{\frown}{AA'}$ 交于 O_A。

（3）过 T 作 TO_A 的垂线即所求的切线。

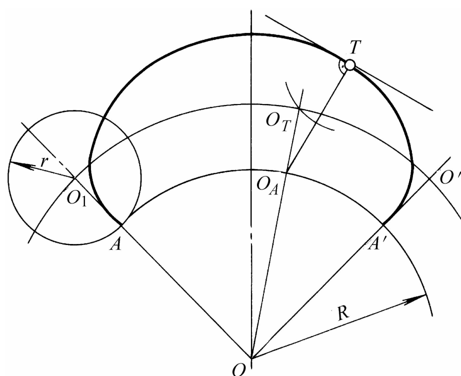


图 14-71

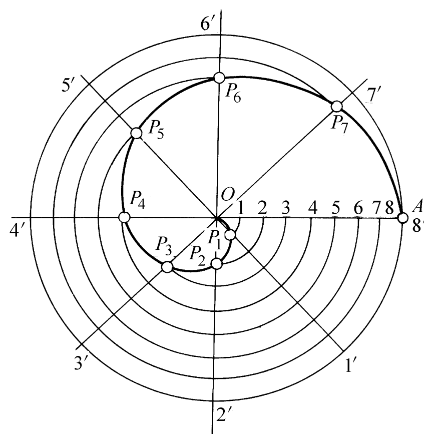


图 14-72

14. 2. 6 阿基米德涡线（图 14-72）

作图步骤：

（1）将圆的半径 OA 分成若干等份（图示为 8 等份）。

（2）将圆周作同样数量的等分，得 1′，2′，3′、……、8′。

（3）以 O 为圆心，$O1$、$O2$、$O3$、……、$O8$ 为半径作弧。

（4）各弧与相应射线 $O1'$、$O2'$、$O3'$、……、$O8'$ 相交于 P_1、P_2、P_3、……，将各点连成曲线即为所求。

第 15 章　空间曲线与曲面

15.1　空间曲线概述

15.1.1　空间曲线的表达

1. 投影表达

在正投影图中画出曲线上一系列点的投影，然后用曲线板将各点投影按序光滑连接，即得空间曲线的投影，如图 15-1。若曲线的投影为规则曲线（如圆、椭圆等），则可用平面曲线的作图法画出其投影。

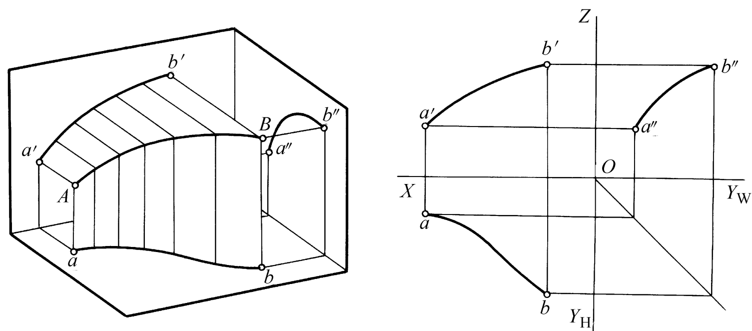


图　15-1

2. 解析表达

（1）用联立方程组

$$\left.\begin{aligned} F(x,y,z) &= 0 \\ G(x,y,z) &= 0 \end{aligned}\right\}$$

表示。其几何意义为用两曲面 F、G 的交线来表达空间曲线。特别是用

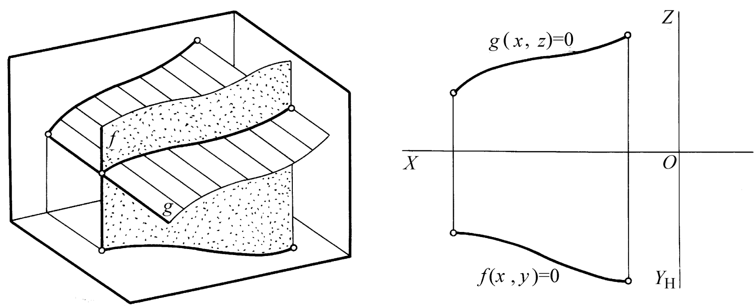


图　15-2

$$\left.\begin{array}{l} f(x,y)=0 \\ g(x,z)=0 \end{array}\right\}$$

表示。其几何意义为用两个投射柱面 f、g 的交线来表达空间曲线，如图 15-2。

（2）用参数方程

$$\left.\begin{array}{l} x=x(t) \\ y=y(t) \\ z=z(t) \end{array}\right\} \quad t_1 \leqslant t \leqslant t_2$$

表示空间曲线，它为有向曲线段。如图 15-3，对应参数 $t_1 \to t_2$ 的空间曲线段为 P_1P_2。

（3）用矢函数

$\boldsymbol{r}(t)=\{x(t), y(t), z(t)\}$ $t_1 \leqslant t \leqslant t_2$ 表示空间有向曲线。几何意义为用变矢量（称为位置矢量）$\boldsymbol{r}(t)$ 的端点轨迹来描述一条空间曲线，如图 15-3。

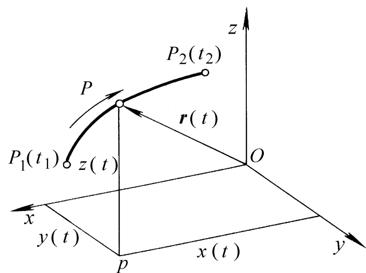


图 15-3

15.1.2 空间曲线的有关名词

（1）切线——割线 M_0M_1 在 M_0 处的极限位置为空间曲线在 M_0 点处的切线（图 15-4a）。如曲线用 $\boldsymbol{r}(t)$ 表达，则曲线上一点 M_0 处的切矢为

$$\boldsymbol{r}'(t)=\{x'(t), y'(t), z'(t)\}$$

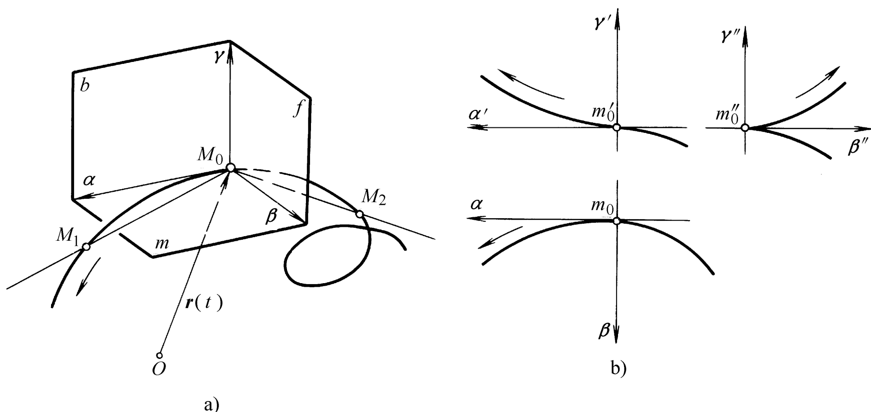


图 15-4

它位于 M_0 点的切线上，其单位切矢记为 $\boldsymbol{\alpha}$。

在非退化情况下，曲线上一点处的切线投射后，仍为投影曲线的切线，其切点为该点的投影。

（2）切平面——过 M_0 点切线的各平面都是空间曲线在 M_0 点处的切平面，它们组成一个切平面束。

（3）密切平面——曲线上相邻三点 M_1、M_0、M_2 所确定的平面，在 M_0 点处的极限位置（即当 $M_1 \to M_0$ 和 $M_2 \to M_0$ 时），称为曲线在 M_0 点处的密切平面，记作 m。

（4）法面——过 M_0 点并和其切线垂直的平面，称为空间曲线在 M_0 点处的法面，记作 f。

（5）化直平面（从切面）——过 M_0 点并和平面 m、f 垂直的切平面，称为空间曲线在 M_0 点处的化直平面（从切面），记作 b。

（6）主法线——法面 f 与密切平面 m 的交线，称为空间曲线在 M_0 点处的主法线（图 15-4）。对应的单位主法矢记为 $\boldsymbol{\beta}$。

（7）副法线——法面 f 与化直平面 b 的交线，称为空间曲线在 M_0 点处的副法线（图 15-4）。对应的单位副法矢记为 $\boldsymbol{\gamma}$。

（8）动标三面形——由 m、f、b 三面与 $\boldsymbol{\alpha}$、$\boldsymbol{\beta}$、$\boldsymbol{\gamma}$ 三矢量组成的一个坐标系称为空间曲线的动标三面形（图 15-4a），它随 M_0 点在曲线上移动而变化。$\boldsymbol{\alpha}$、$\boldsymbol{\beta}$、$\boldsymbol{\gamma}$ 三矢量组成一个右旋坐标系。

在 M_0 点邻域内，空间曲线在 M_0 点的动标三面形上的正投影如图 15-4b 所示。

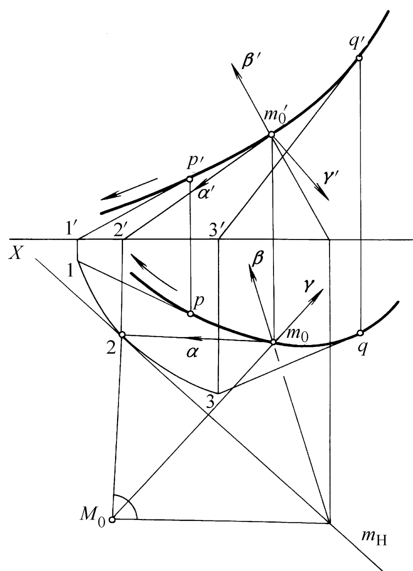


图 15-5

15.1.3 空间曲线动标三面形的作图方法

如图 15-5，已知空间曲线段 PQ 的投影，求曲线上 M_0 点处的动标三面形，作图步骤如下：

（1）在 M_0 点近旁，取相邻点 P、Q、……。作出各点 M_0、P、Q、……的切线。

（2）作出切线曲面 $P1M_02Q3$……，其水平迹线为曲线 123……（切线曲面的形成可参阅表 15-4）。

（3）作出曲线 123……在 2 点处的切线，它即为 M_0 点处密切平面 m 的水平迹线 m_H，密切平面 m 由相交直线 m_H 与 M_02 确定。

（4）利用重合法把 m 平面重合到水平投影面上，作出密切平面内 M_0 点的主法矢 $\boldsymbol{\beta}$。

（5）按线面垂直作图法与右旋规则，作出副法矢 $\boldsymbol{\gamma}=\boldsymbol{\alpha}\times\boldsymbol{\beta}$，由此确定 M_0 点处的动标三面形。

15.1.4 空间曲线的右旋与左旋

在空间曲线上的一般点（非奇异点）处，可按曲线在该点的动标三面形中的投影状况，区分该点附近的曲线段为右旋或左旋。

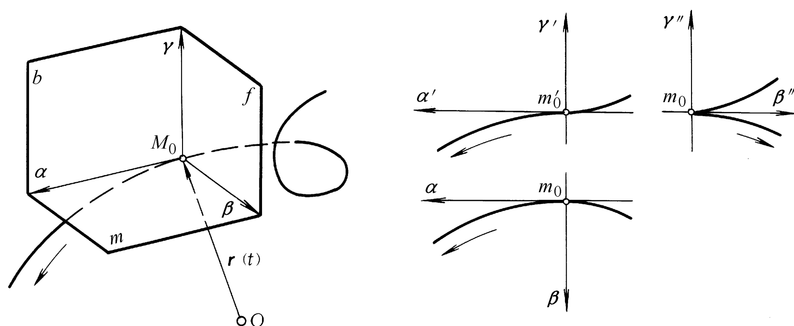


图 15-6

（1）右旋——如图 15-4，空间曲线在 M_0 点处的走向（按 $\boldsymbol{\alpha}$ 矢方向）符合右旋规则。

（2）左旋——如图 15-6，空间曲线在 M_0 点处的走向（按 $\boldsymbol{\alpha}$ 矢方向）符合左旋规则。

15.1.5　空间曲线的弧长

1. 作图法求弧长

用作图法求空间曲线段的弧长如图 15-7 所示。其作图步骤为：

（1）把曲线分为若干段。

（2）将各段用直线段近似，把各直线段的水平投影展开成水平线。

（3）求出各分点的正面投影，并用曲线板把它们光滑连接起来，即把空间曲线展开成平面曲线。

（4）求出此平面曲线的弧长。

2. 计算法求弧长

设曲线段用参数方程

$$\left.\begin{aligned} x &= x(t) \\ y &= y(t) \\ z &= z(t) \end{aligned}\right\} t_1 \leqslant t \leqslant t_2$$

表示，则此段曲线的弧长为

$$S = \int_{t_1}^{t_2} \sqrt{x'(t)^2 + y'(t)^2 + z'(t)^2}\,\mathrm{d}t$$

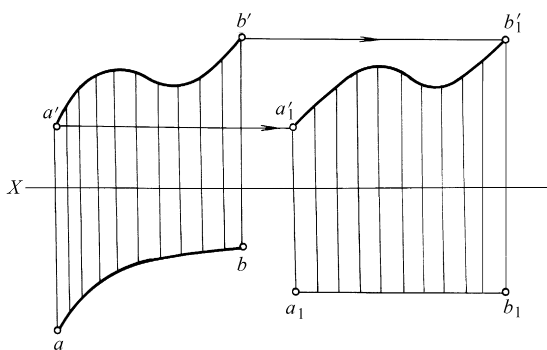


图　15-7

15.1.6　空间曲线的曲率、挠率和曲率半径

1. 曲率和曲率半径

空间曲线在 M_0 点处的曲率为该点的切线相对于弧长的转动率。它描述了曲线在该点附近对该点切线的偏离程度。如图 15-8，设曲率为 k，则

$$k = \lim_{\Delta S \to 0} \left| \frac{\Delta\varphi}{\Delta S} \right|$$

当空间曲线用参数方程表示时，曲率的计算公式为

$$k = \frac{\sqrt{(y'z'' - z'y'')^2 + (z'x'' - z''x')^2 + (x'y'' - y'x'')^2}}{(x'^2 + y'^2 + z'^2)^{\frac{3}{2}}}$$

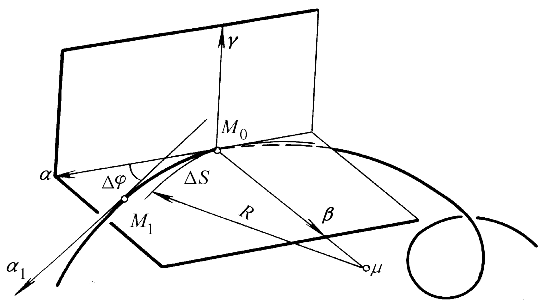


图　15-8

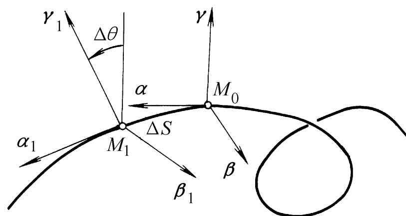


图　15-9

曲率的倒数为曲率半径，记为 R，$R=\dfrac{1}{k}$。其几何意义为：在密切平面内与曲线在 M_0 点处密切的圆（该圆与曲线在 M_0 点处具有切触阶为 2 的相切）的半径。这个密切圆又称为 M_0 点的曲率圆，圆心 μ 在主法矢 $\boldsymbol{\beta}$ 上。

2. 挠率

空间曲线在 M_0 点处的挠率为该点的密切平面（或副法矢 $\boldsymbol{\gamma}$）相对于弧长的转动率，它描述了曲线上一点处曲线对于密切平面的扭曲程度。如图 15-9，设挠率为 τ，则

$$\tau = \pm \lim_{\Delta S\to 0}\left|\frac{\Delta\theta}{\Delta S}\right|$$

空间曲线在该点右旋时 τ 为正；左旋时，τ 为负。

空间曲线用参数方程表示时，τ 的计算公式为

$$\tau = \frac{\begin{vmatrix} x' & y' & z' \\ x'' & y'' & z'' \\ x''' & y''' & z''' \end{vmatrix}}{(y'z''-z'y'')^2+(z'x''-x'z'')^2+(x'y''-y'x'')^2}$$

挠率的倒数称为挠率半径，记为 G，$G=\dfrac{1}{\tau}$。

3. 曲率半径的正投影关系式

空间曲线上一点处的曲率半径 R 与曲线的水平投影和正面投影上对应点处曲率半径 r_{H}、r_{V}㊀之间，有如下关系式（图 15-10）：

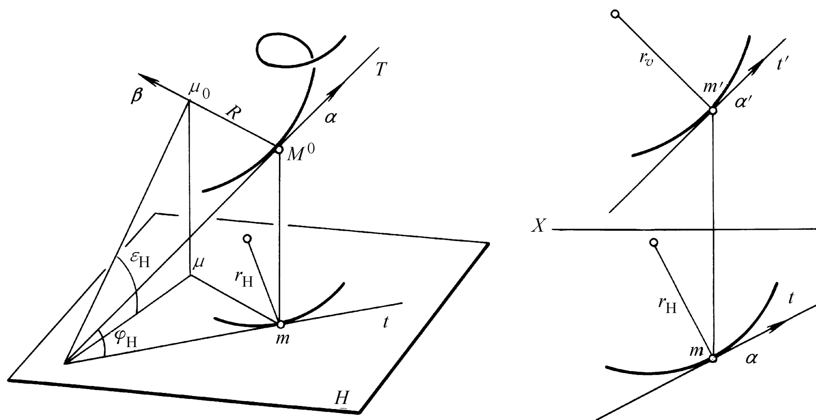


图 15-10

$$r_{\mathrm{H}} = R\frac{\cos^3\varphi_{\mathrm{H}}}{\cos^3\varepsilon_{\mathrm{H}}} \qquad r_{\mathrm{V}} = R\frac{\cos^3\varphi_{\mathrm{V}}}{\cos\varepsilon_{\mathrm{V}}}$$

其中 φ_{H}、φ_{V} 为该点处切线对正投影面、水平投影面的倾角；ε_{H}、ε_{V} 为该点的密切平面对正投影面、水平投影面的倾角（求密切平面的作图法见图 15-5）。

利用上述关系式，如已知 r_{H}、φ_{H}、ε_{H}，则可求出 R，即由空间曲线的投影可反求出空间曲线某点处的曲率半径。

㊀ r_{V}、r_{H} 一般不是主法矢上曲率半径 R 的 V、H 投影。

15.2 等导程圆柱螺旋线

由动点 M 在圆柱面（称为导圆柱）上作等导程的螺旋运动所形成的空间曲线称为等导程圆柱螺旋线，如图 15-11 所示。

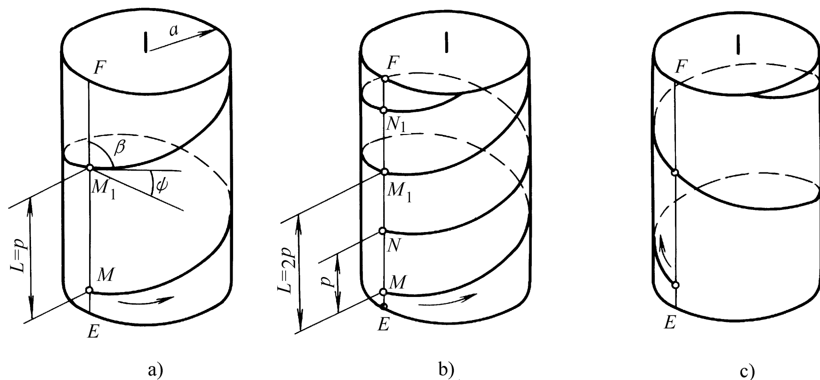


图 15-11

15.2.1 圆柱螺旋线的参数

（1）导圆柱半径——记作 a。

（2）导程——母线 EF 回转一周时，动点 M 沿圆柱面轴线移动的距离，记作 L。

（3）螺旋参数——母线 EF 回转单位弧度时，动点 M 沿轴线移动的距离，记作 b。

$$b = L/2\pi$$

（4）螺旋角——曲线的切线与圆柱面素线的交角，记作 β。

$$\tan\beta = a/b$$

（5）升角——曲线的切线对圆柱面端面的倾角，记作 ψ。

$$\psi = 90° - \beta = \arctan b/a$$

（6）线数——在导圆柱上，作等导程螺旋运动的曲线数，记作 n。

（7）螺距——在一条素线上，相邻两条螺旋线上点的距离（即轴向距离），记作 P。单线时：$P = L$，即螺距与导程相等（图 15-11a）；多线时：$P = L/n$，即 $L = nP$（图 15-11b）。

（8）旋向：分右旋（图 15-11a、b）、左旋（图 15-11c）两种。

对多线或左旋的螺旋线，均要专门指明，否则即为单线、右旋。

15.2.2 圆柱螺旋线的参数方程

如图 15-12，若以转角 θ 为参数，一匝螺旋线的参数方程为：

$$\left.\begin{aligned} x &= a\cos\theta \\ y &= a\sin\theta \\ z &= b\theta \end{aligned}\right\} 0 \leqslant \theta \leqslant 2\pi$$

15.2.3 圆柱螺旋线的投影作图

圆柱螺旋线（右旋）的投影作图法如图 15-12a，其步骤为：

（1）作出导圆柱（半径为 a），截取导程 L。

（2）将底圆周及导程分为相同的 n 等份（现取 $n = 12$）。

（3）由底圆的各分点 m_0、m_1……m_{12} 与导程的各分点 0、1、……12，按投影关系求得螺旋线上各分点的正面投影 m_0'、m_1'……m_{12}'（图中表示了 m_1'、m_2' 的作图）。光滑连接各点，即得螺旋线的正面投影。

在图 15-12a 中，圆柱螺旋线的水平投影为圆，正面投影为余弦曲线。

对于左旋的圆柱螺旋线，其投影图的画法与上述相似，如图 15-12b。

15.2.4　圆柱螺旋线的十个几何性质

（1）螺旋线上各点的切线与螺旋轴的夹角为定角（即螺旋角 β）（图 15-13）。

（2）螺旋线的切线与导圆柱的端平面（垂直于轴线）的交点轨迹为渐开线，渐开线的基圆就是端面圆。

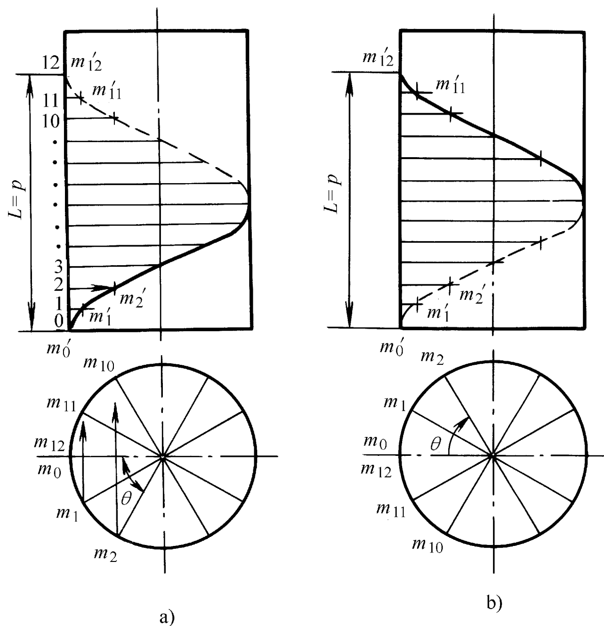
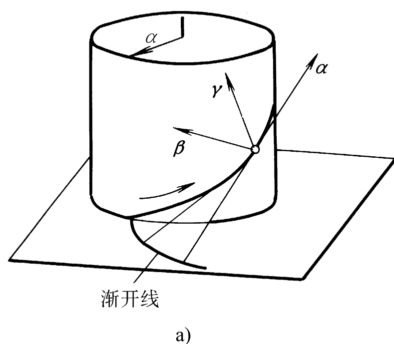


图　15-12

（3）螺旋线上一点的切线为该点的密切平面对端面的最大斜度线。



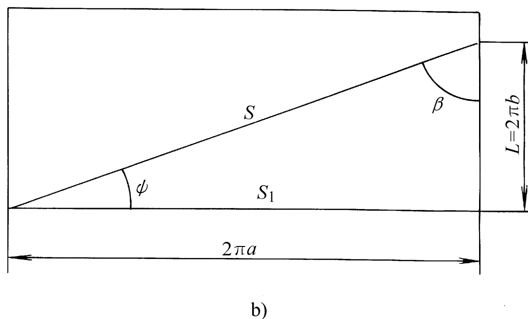


图　15-13

（4）螺旋线上各点的主法线和螺旋轴垂直相交。

（5）螺旋线上各点的副法线与螺旋轴的夹角为定角（即升角 ψ 见图 15-13b）。

（6）螺旋线的弧长 S 和基圆弧长 S_1 成正比，即

$$\cos\psi = \frac{S_1}{S}$$

所以，一匝螺旋线的长度为：

$$S = \sqrt{(2\pi a)^2 + L^2} = 2\pi\sqrt{a^2 + b^2}$$

（7）螺旋线为圆柱面上的短程线，圆柱面展开后，螺旋线展开为直线。

（8）螺旋线上各点的曲率为常数，即

$$k = \frac{a}{a^2 + b^2}$$

（9）螺旋线上各点的挠率为常数，即

$$\tau = \frac{b}{a^2 + b^2}$$

右旋时，τ 为正值（b 为正值）；左旋时，τ 为负值（b 为负值）。

（10）螺旋线上各点的副法线和所有其他法线都是属于一个螺旋（由螺旋轴与螺旋参数确定）的螺旋射线，即满足关系式

$$d\tan\varphi = b$$

式中，d 为射线与螺旋轴的距离；φ 为射线与螺旋轴的夹角；b 为螺旋参数。

15.2.5　圆柱螺旋线上任一点的切线、法面、密切平面、曲率半径、挠率半径的作图法

1. 切线

如图 15-14a，螺旋线上各点切线对水平投影面的倾角为螺旋线的升角 ψ，故切线的方向可以由导圆锥 S 的对应素线予以确定（导圆锥 S 的底圆半径为 a、高为 b）。例如：M 点的切线 MT 对应于导圆锥素线 SU（$Su /\!/ mt$），由水平投影 su 求出正面投影 $s'u'$，作 $m't' /\!/ s'u'$，$m't'$即为切线的正面投影。

2. 法面

M 点处的法面与切线 MT 垂直，可用相交直线 $M1$、$M2$ 表示该法面（图 15-14b）。

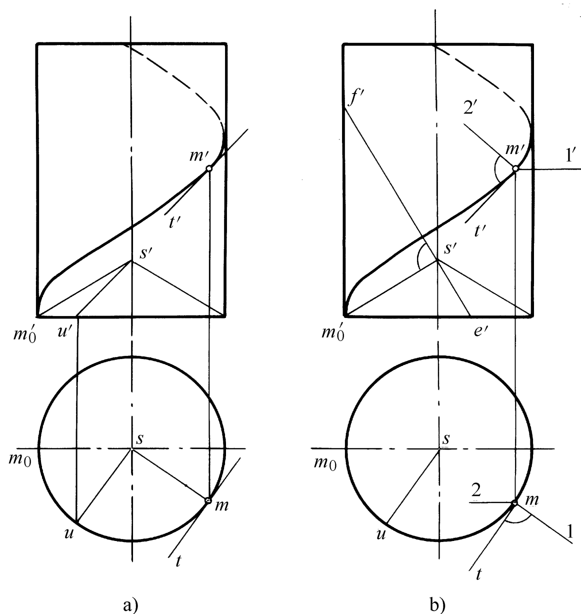


图　15-14

3. 密切平面

M 点的密切平面与导圆锥 S 面上相应素线的切平面平行。密切平面可用相交直线 MT、$M1$ 表示（图 15-14b）。

4. 曲率半径与挠率半径

M 点的曲率半径为$\dfrac{a^2 + b^2}{a}$，挠率半径为$\left|\dfrac{a^2 + b^2}{b}\right|$。

相应的作图法如图 15-14b 所示，过导圆锥顶点 s'，作 $e'f' \perp s'm_0'$，则 $m_0'e'$即为曲率半径，$m_0'f'$即为挠率半径。

15.3　变导程圆柱螺旋线

15.3.1　变导程圆柱螺旋线的参数

如图 15-15，螺旋线的导程变化规律由函数 $L = \varphi(\theta)$ 给出，或由展开图给出（图中画

出了一匝螺旋线）。

螺旋线上任一点 M 对应于展开图上的 $\overline{M}$ 点，作切线 $\overline{MT}$，即可确定在该点处的各参数。

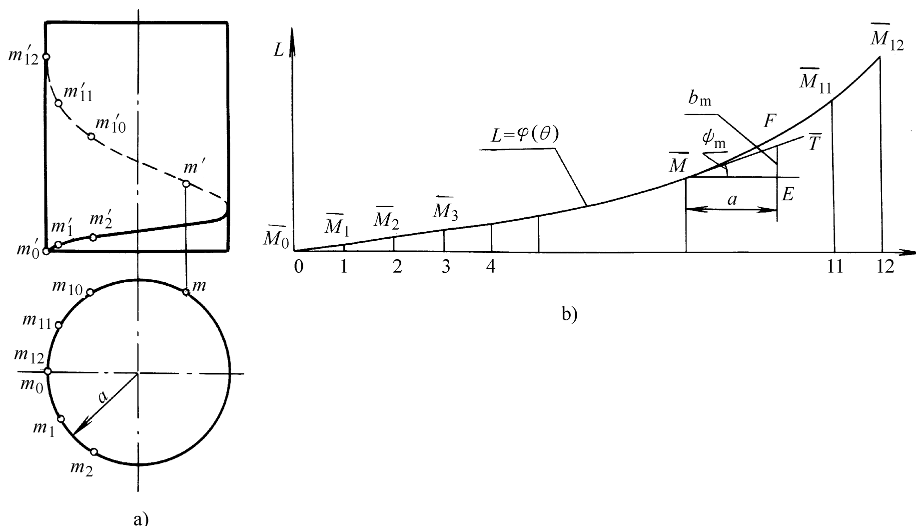


图　15-15

瞬时螺旋参数 $b_m = EF$

瞬时导程 $L_m = 2\pi b_m$

瞬时升角 $\psi_m = \arctan \dfrac{b_m}{a}$

瞬时螺旋角 $\beta_m = 90° - \psi_m = \arctan \dfrac{a}{b_m}$

15.3.2　变导程圆柱螺旋线的参数方程（一匝）

$$\left.\begin{aligned} x &= a\cos\theta \\ y &= a\sin\theta \\ z &= \varphi(\theta) \end{aligned}\right\} 0 \leqslant \theta \leqslant 2\pi$$

15.3.3　变导程圆柱螺旋线的投影作图

一匝螺旋线的画图步骤如图 15-15：

（1）画出该匝螺旋线的展开图，即根据给出的变导程函数 $L = \varphi(\theta)$，画出它对应的图象。

（2）将底圆（导圆柱的水平投影）与展开图上的底线作相同的 n 等分（现为 12 等分），得展开图中螺旋线各分点位置 $\overline{M}_0$、$\overline{M}_1$、……、$\overline{M}_{12}$。

（3）由水平投影的各分点 m_0、m_1、……、m_{12} 与展开图上的对应高度 $0\overline{M}_0$、$1\overline{M}_1$、……$12\overline{M}_{12}$，求得各分点的正面投影 m_0'、m_1'、……、m_{12}'。光滑连接各分点，即得该匝变导程螺旋线的正面投影。

15.4　圆锥螺旋线

根据不同的运动规律，在导圆锥面上可以形成不同的圆锥螺旋线。

15.4.1　等导程（或等螺距）圆锥螺旋线

如图 15-16a，动点 M 绕轴线等速回转，同时沿圆锥母线作等速移动，即形成等导程圆锥螺旋线。

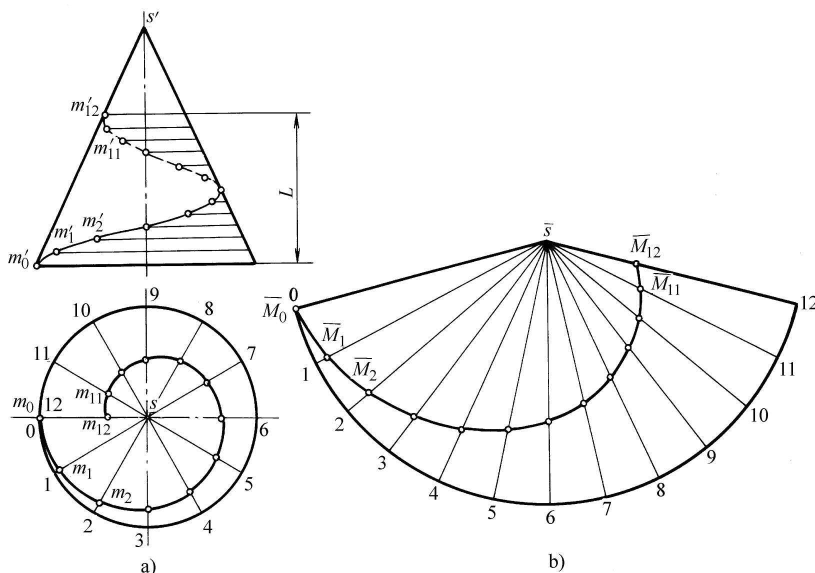


图　15-16

这种螺旋线的水平投影为阿基米德螺线（图 15-16a），其展开图（图 15-16b）亦为阿基米德螺线。

投影图的作图步骤（图 15-16a）：

（1）画出导圆锥面，定出起始点 M_0 与导程 L。

（2）将底圆与导程分为 n 等份（现为 12 等份），并求出圆锥母线上的对应分点。

（3）作出圆锥各素线，并定出各素线上的对应分点 m_0、m_1、……、m_{12}和 m_0'、m_1'、……、m_{12}'。光滑连接各分点，即为圆锥螺旋线（一匝）的水平投影与正面投影，同理可画出展开图。

图 15-17 所示之搅拌器，其三个斜螺旋面的边界即为等导程圆锥螺旋线 Ⅰ、Ⅱ（三线，右旋），它们分别位于导圆锥面 A、B 上，各为半匝。

15.4.2　等斜角圆锥螺旋线

如图 15-18，这种螺旋线的特点为：曲线与圆锥素线交于定角 β。

这种螺旋线的水平投影为对数螺线，其矢径与曲线切线的交角为 β_1，且 $\cot\beta_1 = \cot\beta\sin\delta$；其展开图仍为对数螺线，曲线与各素线的交角仍为 β。作图步骤如下：

（1）画出导圆锥投影图及展开图，作出 n 条等分素线（现为 12 等分），求出各 θ_1 或 θ 角。

（2）在水平投影中按 $\rho_1 = a\mathrm{e}^{-\theta_1\cot\beta_1}$，求出各分点 m_1、m_2、……、m_{12}（或在展开图中按 $\rho = \dfrac{a}{\sin\delta}\mathrm{e}^{-\theta\cot\beta}$求得各分点$\overline{M}_1$、$\overline{M}_2$、……、$\overline{M}_{12}$。

（3）由水平投影中（或展开图 15-18b 中）的各分点，求得正面投影中的各分点 m_1'、m_2'、……、m_{12}'。

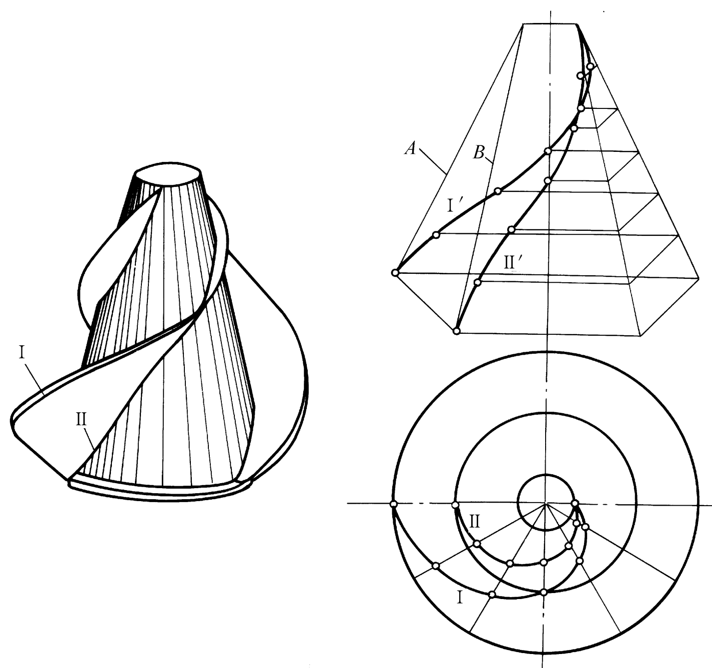


图　15-17

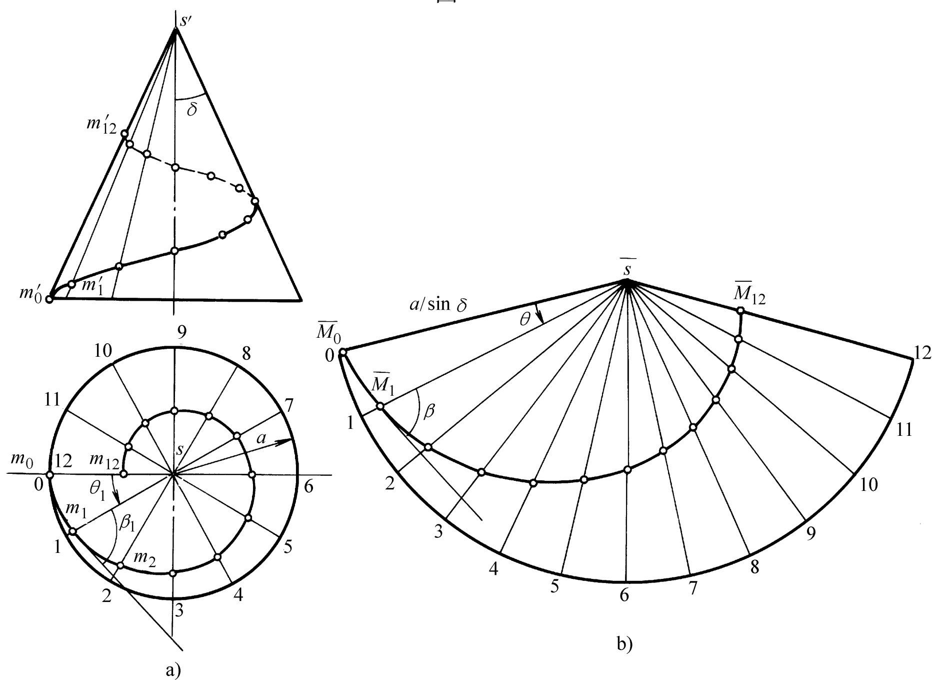


图　15-18

15.4.3　圆弧形圆锥螺旋线

如图 15-19，这种螺旋线的特点为：在展开图中，曲线$\overline{M}_0\ \overline{M}_{12}$为一圆弧。由此可画出这种螺旋线的正投影图，步骤如下：

（1）作出导圆锥面的展开图（图 15-19b），按给定的圆心与半径，画出圆弧$\overline{M}_0\ \overline{M}_{12}$。

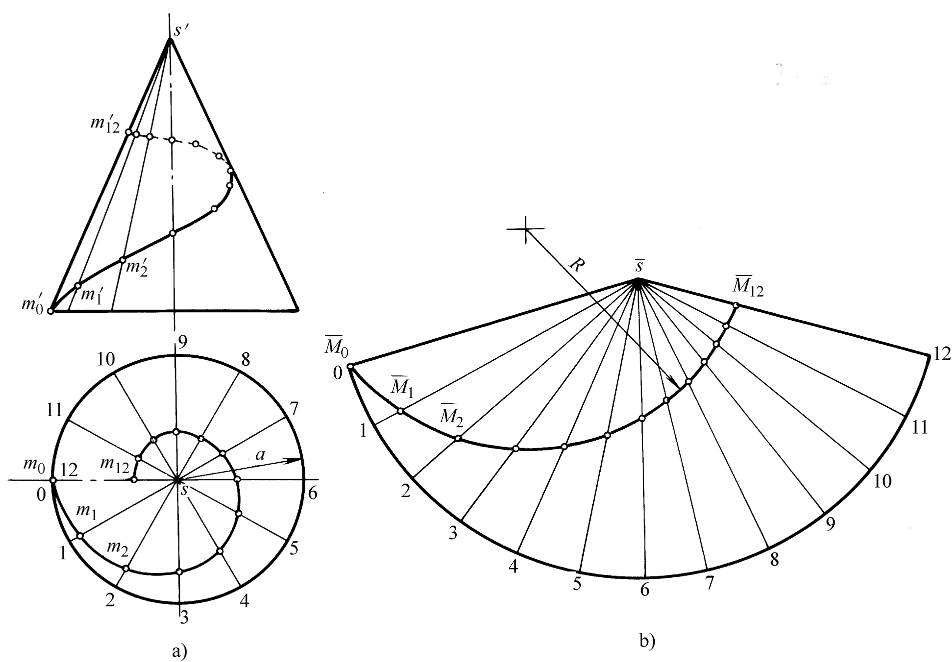


图　15-19

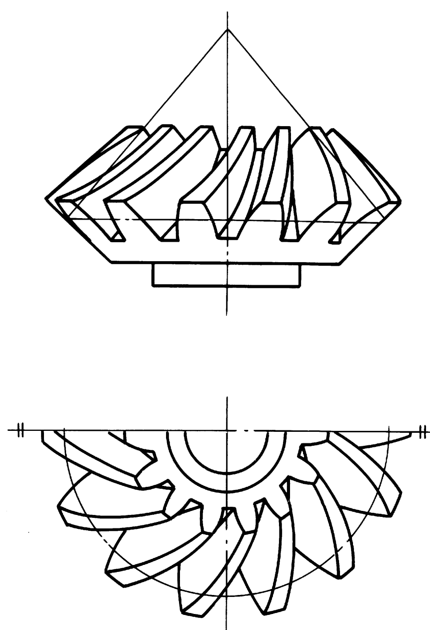


图　15-20

（2）在展开图中，作出 n 条等分的圆锥面素线（现为 12 等分），求得螺旋线展开图上的各分点 $\overline{M}_0$、$\overline{M}_1$、……、$\overline{M}_{12}$。

（3）在正投影图中，作出各对应素线及素线上各分点的投影 m_0'、m_0；m_1'、m_1；……，

m_{12}'、m_{12}，用曲线板光滑连接，即得此螺旋线的两个投影。

图 15-20 为一圆弧齿圆锥齿轮，其齿面与分度圆锥面的交线——齿面线，即为圆弧型圆锥螺旋线。

15.5　球面螺旋线

如图 15-21，一动点沿球面的经线等速移动，同时绕球面的轴线等速回转，即形成球面螺旋线。作图步骤：

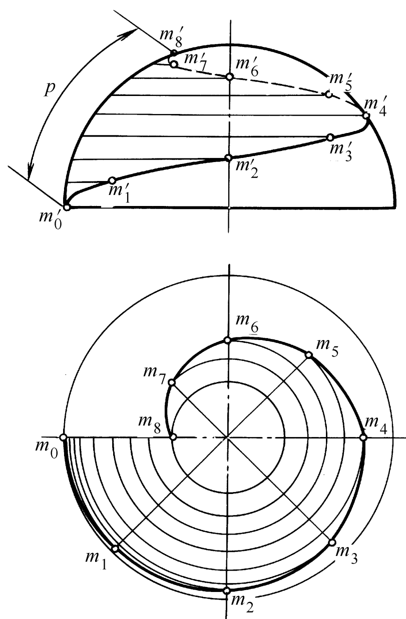


图　15-21

（1）画出球面，确定始点 M_0 与螺距 P。

（2）作出螺距 P 的 n 等分点（现为 8 等分），在水平投影的对应圆上，求出各分点 m_0，m_1，……，m_8，并光滑连接。

（3）求出正面投影中的对应点 m_0'，m_1'，……，m_8'，并光滑连接。

15.6　弧面螺旋线

螺旋线位于由弧线形成的回转面上。动点沿圆弧线（素线）作等速移动，同时绕轴线等速回转，即形成弧面螺旋线，如图 15-22a。

弧面螺旋线的投影作图与图 15-21 类似。

图 15-22b 所示为弧面蜗杆，蜗杆的齿面线即为弧面螺旋线。

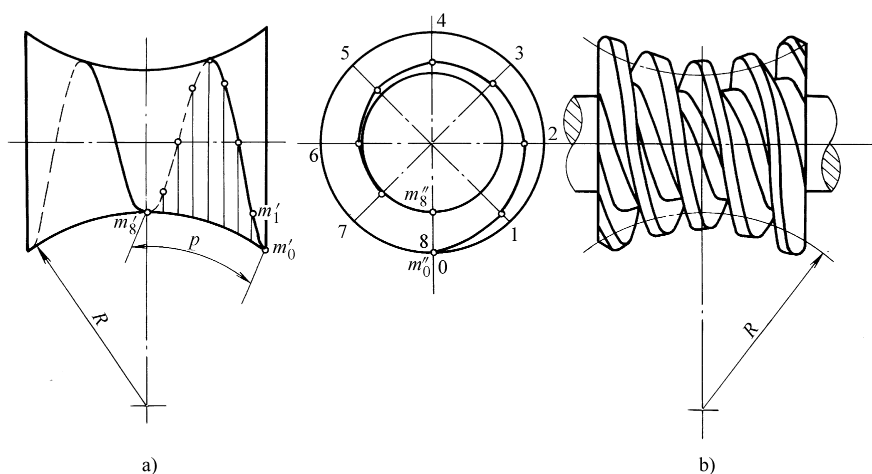


图 15-22

15.7 空间三次抛物线段

15.7.1 空间三次抛物线段的参数方程

空间三次抛物线是一种空间三次代数曲线，曲线段可由下列参数方程表示：

$$\left.\begin{aligned} x &= a_1t^3 + b_1t^2 + c_1t + d_1 \\ y &= a_2t^3 + b_2t^2 + c_2t + d_2 \\ z &= a_3t^3 + b_3t^2 + c_3t + d_3 \end{aligned}\right\} t_1 \leqslant t \leqslant t_2$$

15.7.2 确定空间三次抛物线段的几何方法

空间三次抛物线段可由不共面的四点确定，如图 15-23a。其中 P_1、P_2 为曲线段的端点（对应参数为 t_1、t_2），P_{11}、P_{12}为中间点（不位于曲线上），矢量$\overrightarrow{P_1P_{11}}$、$\overrightarrow{P_{11}P_{12}}$、$\overrightarrow{P_{12}P_2}$构成一个空间特征三边形，称为贝齐尔（bezier）特征多边形。它有下述两个性质：

（1）曲线段两端点处的切矢量 $\boldsymbol{P}_1'$、$\boldsymbol{P}_2'$ 分别等于 3 $\overrightarrow{P_1P_{11}}$、3 $\overrightarrow{P_{12}P_2}$。

（2）若曲线段的两端点不变，改变中间点 P_{11}、P_{12}的位置，则可把原曲线段 C 调整为另一曲线段$\overline{C}$（图 15-23b）。在曲线的形状设计中，可以利用这一性质控制曲线的形状。

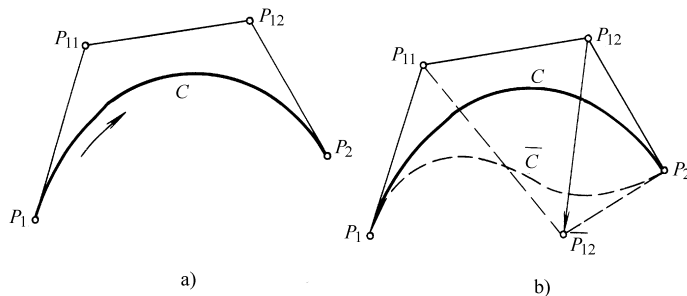


图 15-23

15.7.3　确定空间三次抛物线段上一点的作图方法

设曲线段由 $P_1P_{11}P_{12}P_2$ 确定，P_1、P_2 点对应的参数为 $t=0$、1，则曲线段上对应参数为 t_x（$0<t_x<1$）的点，可按图 15-24a 所示的作图方法求得，其步骤如下：

（1）在特征多边形的各边 P_1P_{11}、$P_{11}P_{12}$、$P_{12}P_2$ 上，分别取分点 P_1^1、P_{11}^1、P_{12}^1，使 $P_1P_1^1=t_xP_1P_{11}$、$P_{11}P_{11}^1=t_xP_{11}P_{12}$、$P_{12}P_{12}^1=t_xP_{12}P_2$。

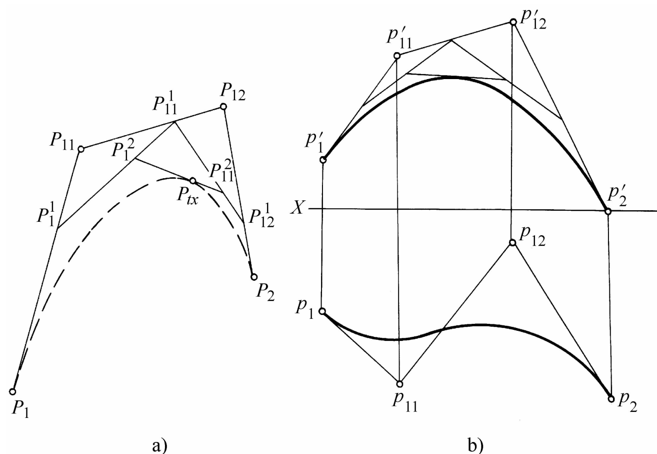


图　15-24

（2）在边 $P_1^1P_{11}^1$、$P_{11}^1P_{12}^1$ 上，取分点 P_1^2、P_{11}^2，使 $P_1^1P_1^2=t_xP_1^1P_{11}^1$、$P_{11}^1P_{11}^2=t_xP_{11}^1P_{12}^1$。

（3）在边 $P_1^2P_{11}^2$ 上取分点 P_{tx}，使 $P_1^2P_{tx}=t_xP_1^2P_{11}^2$、则 P_{tx} 即为曲线上对应参数为 t_x 的点。并且曲线段在 P_{tx} 点与边 $P_1^2P_{11}^2$ 相切。

若空间曲线由四点的投影给定，如图 15-24b，则可在投影图中利用上述作图法，求出空间三次抛物线段上各点的投影。

15.7.4　空间三次抛物线段的组合

光滑连接数个空间三次抛物线段，可以构成任意形状的组合空间曲线。各段的端点称为曲线的节点。

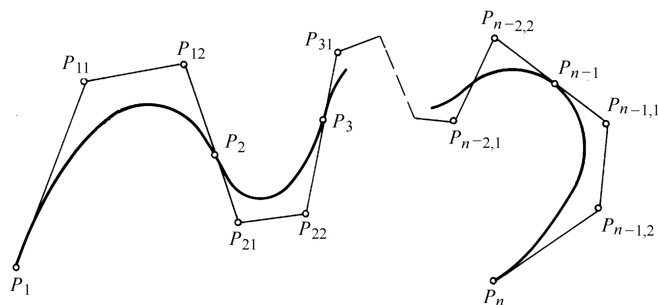


图　15-25

如图 15-25，由 n 个节点 P_1、P_2、……、P_n 构成由 $n-1$ 条空间三次抛物线段光滑连接的组合空间曲线。

每一段曲线的贝齐尔多边形分别为 $P_1P_{11}P_{12}P_2$、$P_2P_{21}P_{22}P_3$、……、$P_{n-1}P_{n-1,1}P_{n-1,2}P_n$。

如果要求各曲线段光滑连接，即在各中间节点处有公共切线（称为具有斜率连续），必须使相邻的两个贝齐尔多边形在连接点（节点）处的邻边共线。即相邻三点：$P_{12}P_2P_{21}$、$P_{22}P_3P_{31}$、……、$P_{n-2,2}P_{n-1}P_{n-1,1}$ 分别共线。

15.8 曲面概述

15.8.1 曲面的形成（表 15-1）

表 15-1 曲面的形成

形成方式	说明与举例
由空间点运动形成	例 1：与定点有定距的动点轨迹为一球面（图 1） 例 2：与定点和定平面有等距离的动点轨迹为回转抛物面（图 2） P O 图 1 A P π B 图 2
由母线运动形成（详见表 15-4 ~ 表 15-9）	例：母线沿导线 1、2 滑动形成曲纹面 母线 导线2 导线1
由母面运动包络形成（详见表 15-12）	例：球面作为母面，球心沿导线移动，其包络形成管状曲面 母面
由给出曲面用几何变换方式形成（详见表 15-13）	几何变换方法可以是仿射变换、透视变换、二次变换、拓扑变换等

15.8.2 曲面的解析表达

（1）隐式：

$$F(x,y,z) = 0$$

（2）显式：

$$z = f(x,y)$$

（3）参数方程：

$$\left.\begin{aligned} x &= x(u,v) \\ y &= y(u,v) \\ z &= z(u,v) \end{aligned}\right\} u_1 \leqslant u \leqslant u_2, v_1 \leqslant v \leqslant v_2$$

曲面上对应于 u 或 v 为常数的曲线，称为参数曲线，分别称为 v 线或 u 线。它们是两个

参数曲线族，组成曲面上一个参数曲线网，如图 15-26。

（4）矢量形式：

$$\boldsymbol{r}(u,v) = \{x(u,v), y(u,v), z(u,v)\}$$
$$u_1 \leqslant u \leqslant u_2, v_1 \leqslant v \leqslant v_2$$

15.8.3 曲面的有关名词及公式

（1）切平面。曲面 Σ 上过 M 点的各曲线的切线皆位于同一平面上，称为 M 点的切平面，记为 $\boldsymbol{\pi}$（图 15-27）。

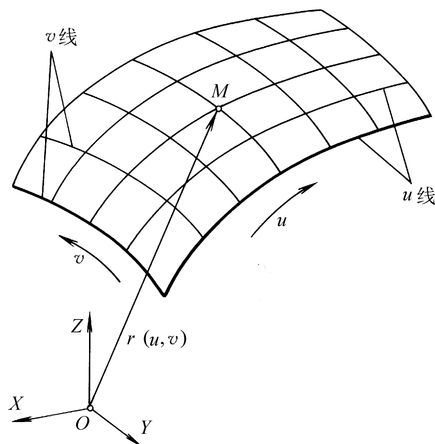


图 15-26

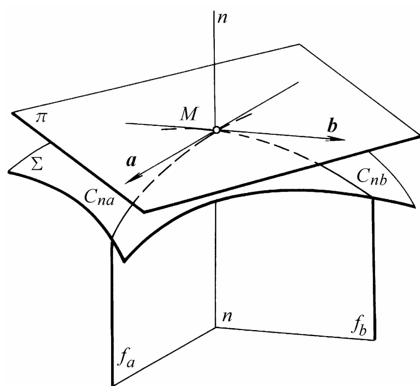


图 15-27

（2）法线。在曲面的 M 点处，过 M 点对该点的切平面作垂线，称为 M 点的法线，记为 n（图 15-27）。

（3）法截面、法截线。过法线所作曲面的截平面，称为法截面，如图 15-27 中的 f_a、f_b 面。法截面与曲面的截交线称为法截线，如图中的 C_{na}、C_{nb}。

（4）法曲率。法截线在 M 点处的曲率，称为法曲率。如图 15-27 中法截线 C_{na}、C_{nb}的法曲率为 k_a、k_b，它们分别对应的切线方向称为该法曲率的方向，如图中的 $\boldsymbol{a}$、$\boldsymbol{b}$。

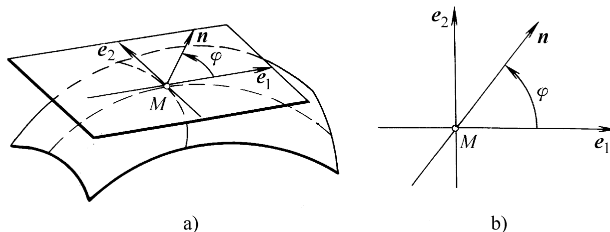


图 15-28

（5）主方向。过 M 点的各切线方向中，对应法曲率具有极大值或极小值的方向，称为主方向。一般有两个主方向，分别记为 $\boldsymbol{e}_1$、$\boldsymbol{e}_2$，并且 $\boldsymbol{e}_1 \perp \boldsymbol{e}_2$（图 15-28a）。

（6）主曲率。对应于主方向的法曲率值，称为主曲率。分别记为 k_1、k_2。

（7）总曲率（高斯曲率）。在曲面上的一点 M 处，它的两个主曲率的乘积，称为 M 点的总曲率，记为 K，$K = k_1k_2$。K 值可用于描述曲面在点 M 处的弯曲性质。

（8）欧拉公式。曲面上 M 点处任一方向的法曲率和两个主曲率的关系，可用欧拉公式表示：

$$k_n = k_1\cos^2\varphi + k_2\sin^2\varphi$$

其中，k_n 为对应 $\boldsymbol{n}$ 方向的法曲率，φ 为 $\boldsymbol{n}$ 方向与主方向 $\boldsymbol{e}_1$ 的夹角（图 15-28b）。

15.8.4 曲面上点的分类

对于曲面上的非奇异点，按曲面在该点邻域内弯曲的性质，可分为下述几种类型（图15-29）：

1. 椭圆型点

该点处总曲率 $K = k_1 k_2 > 0$。即沿该点两个主方向，曲面弯曲方向相同，曲面位于该点切平面的同侧，如图 15-29a 所示。

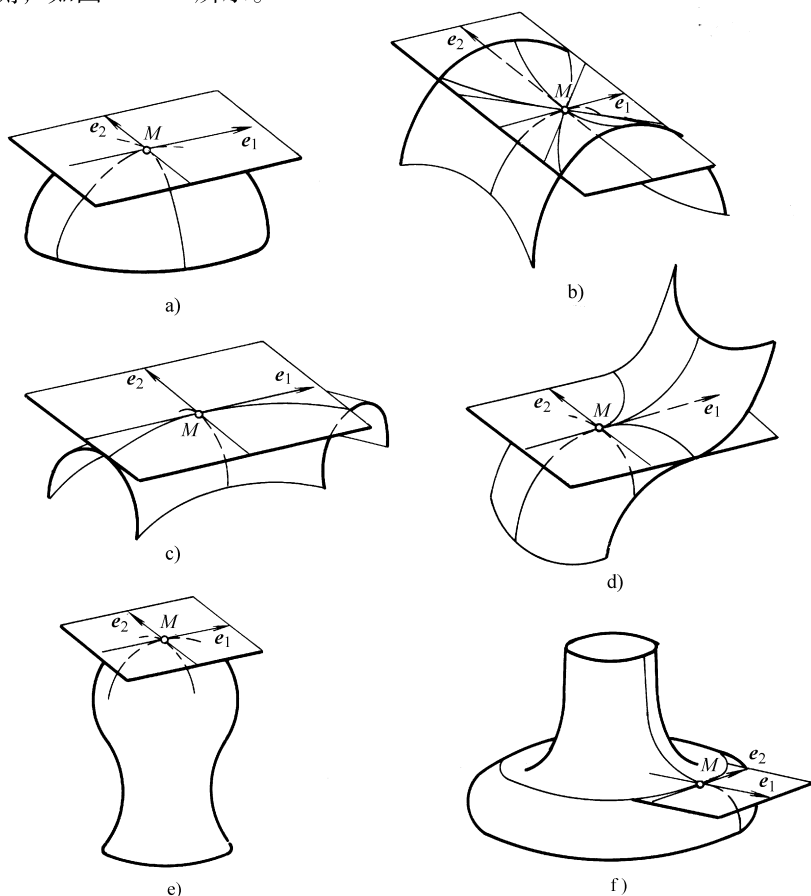


图 15-29

2. 双曲型点

该点处总曲率 $K = k_1 k_2 < 0$。即沿该点两个主方向，曲面弯曲方向相反，曲面与该点的切平面相截交，如图 15-29b 所示。

3. 抛物型点

该点处总曲率 $K = k_1 k_2 = 0$，即至少有一个主曲率为零。曲面与该点的切平面沿一线（直线或曲线）相切或产生具有尖点的截交线，如图 15-29c、d 所示。

4. 球型点

在该点处 $k_1 = k_2 = k_n$，即各方向的法曲率皆相等。它为椭圆型点的一个特殊情况，如图 15-29e 所示。

5. 平面型点

在该点处 $k_1 = k_2 = 0$，即 $k_n = 0$，各方向的法曲率皆为零。它为抛物型点的一个特殊情况，如图 15-29f 所示。

15.9 曲面的分类

15.9.1 曲面按其母线性质的分类

曲面由按一定运动规律运动的母线而形成，母线在曲面上的每一个位置，称为曲面的素线（或仍称为母线）。控制母线运动的直线或曲线、平面或曲面，分别称为导线、导面，如图 15-30 所示。

由直线作为母线运动形成的曲面，称为直纹面。只能由曲线作为母线运动形成的曲面，称为曲纹面。

曲面的分类见表 15-2。

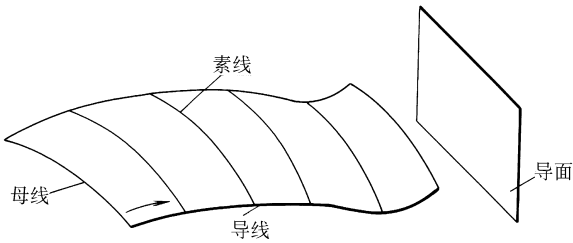


图 15-30

各类曲面的说明详见表 15-4、表 15-6、表 15-8 和表 15-9。

表 15-2 曲面的分类

分类		举例
直纹面	可展曲面（单曲面）	圆柱面，圆锥面，渐开线螺旋面
	不可展直纹面（扭曲面）	单叶双曲面，双曲抛物面，正螺旋面
曲纹面	定母线曲面	球面，环面，双叶双曲面
	变母线曲面	三轴椭球面，机身曲面，船体曲面、车身曲面

15.9.2 曲面按其母线运动方式的分类

按母线运动方式，曲面可以分为：

1. 回转曲面

由母线绕轴线回转形成，如圆柱面、圆锥面、球面、圆环面等。

2. 平移曲面

由母线沿导线平移形成，如柱面。

3. 螺旋面

由母线作螺旋运动形成，如圆柱螺旋面等（见 15.15 节）。

4. 其他

母线按其他运动规律形成的曲面。

15.9.3 曲面按其解析表达式分类

1. 代数曲面

空间点 P（x，y，z）的坐标，如能满足关于 x、y、z 的 n 次代数多项式的方程式，则称 P 点的轨迹为 n 次代数曲面。

代数曲面可按其方程的次数分类，如 $n=2$ 时为二次曲面。

2. 超越曲面

不能用代数多项式表示的曲面，称为超越曲面。例如曲面 $z=\sin x\sin y$、各种螺旋面等。

15.10 二次曲面的表达式

二次曲面可由二次代数方程式表示为

$$F(x,y,z)=a_{11}x^2+a_{22}y^2+a_{33}z^2+a_{12}xy+a_{23}yz+a_{31}zx+a_1x+a_2y+a_3z+a_4=0$$

二次曲面表达式的标准形式及对应的图形见表 15-3（指非退化的二次曲面）。

表 15-3 二 次 曲 面

曲面		方程	图形	曲面	方程	图形
柱面	圆柱面	$x^2+y^2=a^2$		球面	$x^2+y^2+z^2=a^2$	
	椭圆柱面	$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$		椭球面	$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1$	
	双曲柱面	$\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}=1$		椭圆抛物面	$\frac{x^2}{p}+\frac{y^2}{q}-2z=0$	
	抛物柱面	$x^2-2py=0$		双叶双曲面	$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}-\frac{z^2}{c^2}=-1$	
锥面	圆锥面	$\frac{x^2+y^2}{a^2}-\frac{z^2}{c^2}=0$		单叶双曲面	$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}-\frac{z^2}{c^2}=1$	
	椭圆锥面	$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}-\frac{z^2}{c^2}=0$		双曲抛物面	$\frac{x^2}{p}-\frac{y^2}{q}-2z=0$	

15.11 可展曲面（单曲面）

可展曲面又称为单（曲率）曲面。用直线作母线形成可展曲面的方式及与之对应的投影表示见表 15-4。

可展曲面的几何特征见表 15-5。

表 15-4 可展曲面的形成及投影表示

曲面	形成方式	投影表示
回转面（圆柱面和圆锥面）	与轴线平行或相交的母线 m 回转形成圆柱面或圆锥面	一般用曲面的轮廓线表示
一般柱面	母线 m 与定直线 s 平行，同时与导线 L 相交而形成	可用定直线 s 与导线 L 的投影来表示
一般锥面	母线 m 过定点 S（锥顶），且与导线 L 相交而形成	可用锥顶点 S 与导线 L 的投影表示
切线曲面（又称回折棱面或盘旋面）	由导线 L（称为回折棱或脊线）的切线形成	可用导线 L 的投影表示

表 15-5 可展曲面的几何特征

1. 曲面的两相邻素线皆为相交直线（或平行直线） 2. 曲面可展开为一平面 3. 曲面一直纹上各点具有公共的切平面，一直纹上各点的法线位于一公共的法平面内	6. 曲面的各素线是曲面上一条曲线的切线（一般情况下），这条曲线 L 称为曲面的回折棱或脊线。曲面以脊线为界分为两叶。任一平面 ε 与曲面的截交线 C 以脊线上的交点 K 为尖点 所以一般情况下的可展曲面又称为切线曲面
4. 曲面上各点的总曲率为零，即曲面由抛物型点构成 5. 过空间一点 S，作直线与曲面的素线平行，则形成该曲面的导锥面。曲面上一素线 m 的切平面 σ 与导锥面上对应素线 m_S 的切平面 σ_S 相互平行	7. 曲面的各素线的切平面构成一个切平面族，它就是曲面脊线的密切平面族。反之，平面作单参数运动形成的平面族，其包络为一切线曲面，其特征线即为曲面的脊线 8. 脊线 L 上一点的渐伸线是一条空间曲线。它位于曲面上，并和曲面各直纹垂直，所以脊线的渐伸线族与直纹组成曲面的正交网

15.12 不可展直纹曲面（扭曲面）

不可展直纹曲面（扭曲面）又称为复（曲率）曲面。用直线作母线运动形成的不可展曲面，其形成方式和投影表示见表 15-6。

表 15-6 不可展直纹曲面的形成及投影表示

曲面	形成方式	投影表示
单叶回转双曲面	由与轴线交叉的直母线回转运动形成曲面有两族直纹	可用回转轴线与一素线的投影表示，或用曲面的轮廓线表示

（续）

曲面	形 成 方 式	投 影 表 示
一般单叶双曲面	直母线运动时，始终与三条交叉直导线 l_1、l_2、l_3 相交 曲面有两族直纹	可用三条交叉直线的投影表示，或用曲面的轮廓线表示
双曲抛物面	直母线运动时，与两条交叉直导线 l_1、l_2 相交，且与一导平面 π 平行 曲面有两族直纹，分别平行对应的导平面 π_1 和 π_2	可用两导线 l_1、l_2 与导平面（例如 H 面）的投影表示，也可用给出曲面的四条边界 l_1、l_2、m_1、m_2 的投影表示
柱状面	直母线运动时，与两条曲导线 l_1、l_2 相交，同时与一导平面 π 平行	可用给定 l_1、l_2 与导平面（如 H 面）的投影表示，或用曲面轮廓线表示
锥状面	直母线运动时，与一直导线 l_1，一曲导线 l_2 相交，同时与一导平面平行	可用给定的 l_1、l_2 与导平面（如 H 面）的投影表示，或用曲面轮廓线表示

（续）

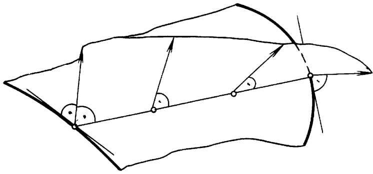
曲面	形 成 方 式	投 影 表 示
扭柱状面	直母线运动时，始终与一直导线 l_1、两条曲导线 l_2、l_3 相交	可用给定的 l_1、l_2、l_3 的投影表示
扭锥状面	直母线运动时，始终与两条直导线 l_1、l_3 和一条曲导线 l_2 相交	可用给定的 l_1、l_2、l_3 的投影表示
扭柱面	直母线运动时，始终与三条曲导线 l_1、l_2、l_3 相交	可用给定的 l_1、l_2、l_3 的投影表示

不可展直纹曲面的几何特征见表 15-7。

表 15-7 不可展直纹曲面的几何特征

1. 曲面的两相邻素线为交叉直线，设其最短距离为 d，交角为 φ，则称 $\lim\limits_{d\to 0}\left(\dfrac{d}{\varphi}\right)=p$ 为分布参数，它描述了曲面上某一直纹处扭曲情况。对于不可展直纹曲面 $p\neq 0$，对于可展曲面 $p=0$	2. 曲面不可展开为平面 3. 曲面沿一直纹上各点的切平面构成一平面束，它与该直纹上各切点组成的点列成射影对应，即 $l\ (ABCD)\ \overline{\wedge}\ l\ (\alpha\beta\gamma\delta)$

（续）

4. 曲面沿一直纹上各点的法线构成一法线等边双曲抛物面的一族直纹 	5. 曲面的两相邻素线的公垂线垂足 G 的极限位置为该直纹的腰点。腰点的轨迹为曲面的腰曲线。腰点的切平面称为腰切面（对于可展曲面，腰曲线就是回折棱） 6. 自空间一点 S，引直线与扭曲面各直纹平行，构成扭曲面的导锥面。曲面上一素线的腰切面与导锥面上对应素线的切平面垂直 7. 曲面上各点的总曲率恒小于零，即不可展直纹曲面由双曲型点构成

15. 13　定母线曲纹面

曲纹面的母线只能是曲线（一般采用平面曲线）。曲纹面可分为定母线曲纹面与变母线曲纹面两大类。

定母线曲纹面指母线在运动过程中不改变其形状。母线的运动方式有绕轴线回转、与导平面平行、绕轴线作螺旋运动等。见表 15-8。

表 15-8　定母线曲纹面

曲面	说　明　与　举　例
回转面	喉圆　纬线圆　赤道圆　经线　赤道圆　喉圆 说明：①母线绕轴线回转；②过轴线的平面与回转面的截交线称为经线（或子午线）；③垂直于轴的截平面与回转面的截交线为圆，称为纬线；④与相邻纬线比较，处于极大值位置的纬线圆称为赤道圆，处于极小值位置的纬线圆称为喉圆；⑤在投影图中，曲面轮廓分别用子午线、赤道圆、喉圆表示 举例：圆环面

（续）

曲面	说 明 与 举 例
平移曲面	导线 L m 导线 说明：母线 m 沿导线 L 平移，形成一般平移曲面 举例：母线为圆纹，形成圆纹平移曲面
螺旋曲纹面	m 说明：母线 m 绕轴线作螺旋运动形成一般螺旋曲纹面 举例：母线为圆，圆心轨迹为圆柱螺旋线，母线圆运动时始终在该螺旋线的相应法平面内，形成螺旋管状曲面
管状曲面	说明：由封闭曲线为母线连续运动而成。例如母线圆在运动时，保持其圆心在一条空间曲线上，且在对应的法平面内，可生成圆纹管状曲面

15.14 变母线曲纹面

母线在运动过程中连续改变形状，母线的运动方式也有绕轴回转、与导平面平行等，以形成任意曲面，见表 15-9。

表 15-9 变母线曲纹面

曲面	举 例	曲面	举 例
回转型曲面	A A B B C C D D E E B—B D—D C—C 曲面的 $ABCDE$ 段为变母线回转型曲面	平移型曲面	曲面的水平截交线为卡西尼（Cassinian）曲线族

（续）

曲面	举　　例		曲面	举　　例
管型曲面	圆纹直径改变	截面形状连续变化	自由型曲面	v　v　$r(u,v)$　o 由 u、v 两族参数曲线形成

15.15　圆柱螺旋面

母线（直线或曲线）绕轴线作螺旋运动，可形成各种螺旋面，本节只介绍圆柱螺旋面。

15.15.1　直纹螺旋面（等导程）

直纹螺旋面由直纹绕轴线作等导程螺旋运动形成，如图 15-31a。

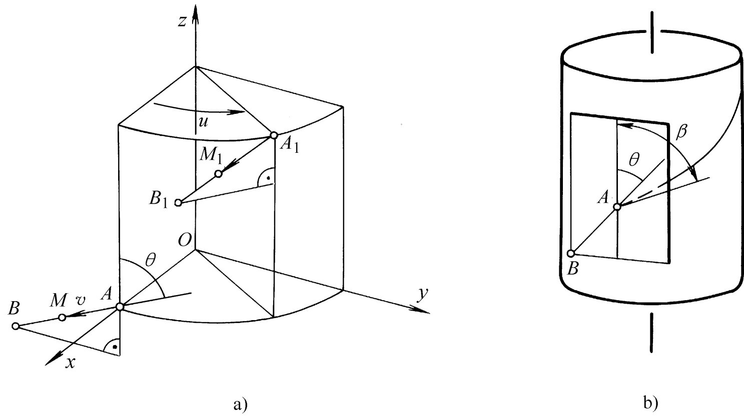


图　15-31

直纹螺旋面的参数方程为

$$\left.\begin{aligned} x &= a\cos u + v\sin\theta\sin u \\ y &= a\sin u - v\sin\theta\cos u \\ z &= bu - v\cos\theta \end{aligned}\right\}$$

其中，a 为直纹与轴线（z 轴）的最短距离，即 OA；b 为螺旋参数；θ 为直纹与轴线的夹角。曲面的参数为 u、v，其中 u 为直纹绕 z 轴的回转角；v 为直纹上 M 点对 A 点的位移。

设 A 点形成的圆柱螺旋线的螺旋角为 β（见图 15-31b）则 $\beta = \arctan\dfrac{a}{b}$（设 $b>0$，即右旋时）。

根据直纹与轴线的不同相对位置，所形成的螺旋面类型及其特征见表 15-10。其图例见表 15-11。表 15-11 中 T_v 表示某一端截面位置，并画出了相应的端面截交线。

表 15-10　直纹螺旋面的分类及特征

闭式螺旋面（直纹与轴线相交，即 $a=0$）	阿基米德正螺旋面：直纹与轴线垂直相交，其端面截交线与轴向截交线为直纹	
	阿基米德斜螺旋面：直纹与轴线斜交，轴向截交线为直纹，端面截交线为阿基米德螺旋线	
开式螺旋面（直纹与轴线交叉，即 $a\neq0$）	渐开线螺旋面：$\theta=\beta$，即直纹为 A 点所形成的螺旋线的切线，其端面截交线为基圆（半径为 a）的渐开线。该曲面为可展曲面	
	护轴线螺旋面 $\theta\neq\beta$	护轴线正螺旋面：$\theta=90°$，端面截交线为直纹 延长渐开线螺旋面：$\theta>\beta$，端面截交线为基圆 α 的延长渐开线 缩短渐开线螺旋面：$\theta<\beta$，端面截交线为基圆 α 的缩短渐开线 法向直廓螺旋面：$\theta=90°+\beta$ 或 $\theta=\beta-90°$，它在 A 点所形成的螺旋线的法向截面上，截交线为直纹

表 15-11　直纹螺旋面图例

阿基米德正螺旋面	
阿基米德斜螺旋面	T_V　阿基米德螺线
渐开线螺旋面	T_V　渐开线
护轴线正螺旋面	

（续）

延长渐开线螺旋面	
缩短渐开线螺旋面	
法向直廓螺旋面	

15.15.2 曲纹螺旋面

只能由曲母线作螺旋运动形成的螺旋面称为曲纹螺旋面。

例 1：图 15-32 所示的滚珠丝杠，其螺旋面的法向截交线为圆弧。

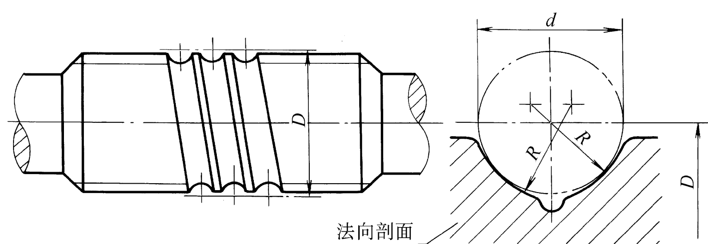


图 15-32

例 2：图 15-33 所示螺杆泵中的螺杆，螺旋面的端面截交线为摆线弧。

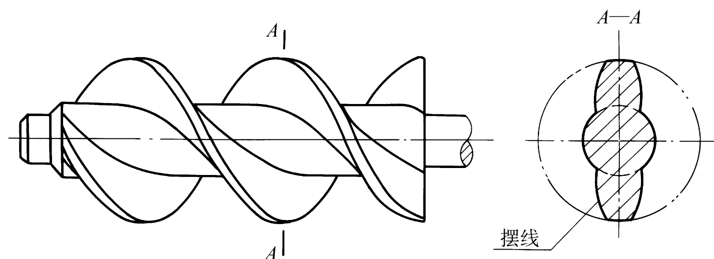


图 15-33

15.16 用母面形成曲面

把曲面看成由母面运动形成的母面族的包络面，见表 15-12。

表 15-12 用母面形成曲面

母面类型	形 成 曲 面 举 例
平面	1. 柱面：由平行于直线 S 的母面 σ 包络形成　　2. 锥面：由过定点 S 的母面 σ 包络形成 3. 切线曲面：由单参数运动的平面为母面包络形成。例如： （1）由空间曲线的密切平面族、法平面族或化直平面族包络形成 由密切平面族 $\{m\}$ 包络形成　　由法平面族 $\{f\}$ 包络形成　　由化直平面族 $\{b\}$ 包络形成 （2）由两曲线的公切平面族 $\{\sigma\}$ 包络形成，又称盘旋面 公切平面
球面	1. 回转面：球面族的球心在回转轴线上　　2. 管状曲面：球面族的球心在一条曲线上

（续）

母面类型	形　成　曲　面　举　例
球面	3. 等距曲面：由定半径的球面与原曲面相切，作双参数运动，其另一包络面为原曲面的等距曲面（与原曲面互为等距曲面） 等距曲面 σ 原曲面
圆柱面	形成一个直纹曲面的等距曲面 Σ，直纹曲面的直纹就是母圆柱的轴线，例如凸轮曲面与轧辊曲面 凸轮曲面Σ 轧辊曲面 Σ

15.17　用几何变换形成曲面（在曲面设计中的应用）

利用仿射变换、透视变换、反演变换及拓扑变换等，可将简单曲面（如球面、圆柱面等）变换为较复杂的曲面。见表 15-13。

利用仿射变换和拓扑变换可以解决复杂曲面的设计作图问题。见表 15-14。

表 15-13　用几何变换形成曲面

几何变换	变　换　举　例
仿射变换	将球面变换为三轴椭球面：经二次空间仿射变换，第一次为沿 X 轴方向的拉伸；第二次为沿 Z 轴方向的压缩 沿 Z 轴方向压缩 沿 X 轴方向拉伸

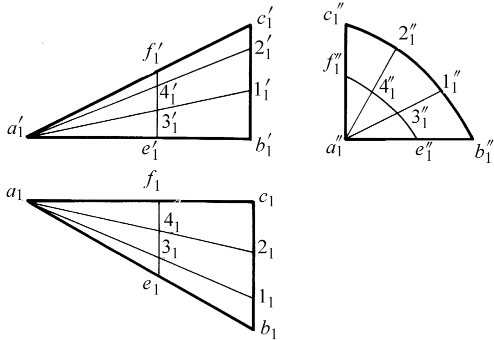
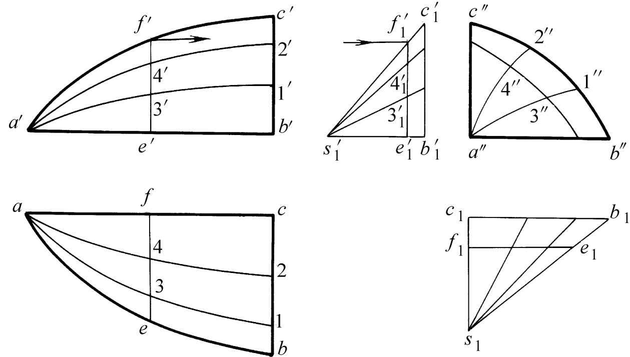
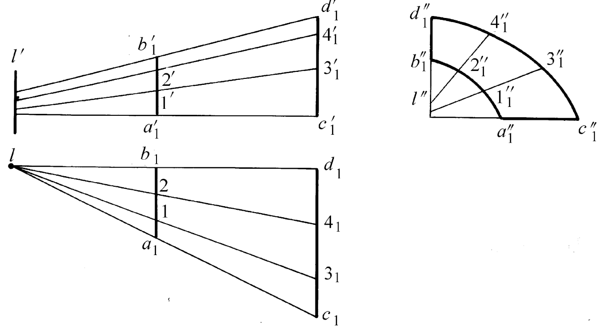
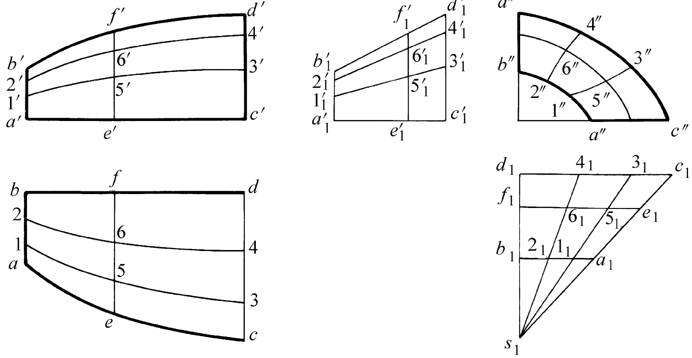
（续）

几何变换	变　换　举　例
透视变换	将球面变换为回转抛物面：令“非固有”平面与球面在 D 点相切，透射中心 S 在球心与 D 点的连线上。球面轮廓线上 A、B、C、D 四点变换为回转抛物面轮廓线上 A_1、B_1、C_1、$D_{1\infty}$ 四点。 E C B B1 F S D A1 A D1∞ C1 透射中心 球面 非固有平面 二重平面 回转抛物面
反演变换	将圆柱面变换为圆纹管状曲面；反演变换由基球面给定 O′ O″ 基球面 圆柱面 圆纹管状曲面
拓扑变换	将锥面变换为曲纹面：原曲面上 A 点变换为 A_1 点 a′ a′1 a″, a″1 原曲面 生成曲面

表 15-14　利用拓扑变换作曲面设计

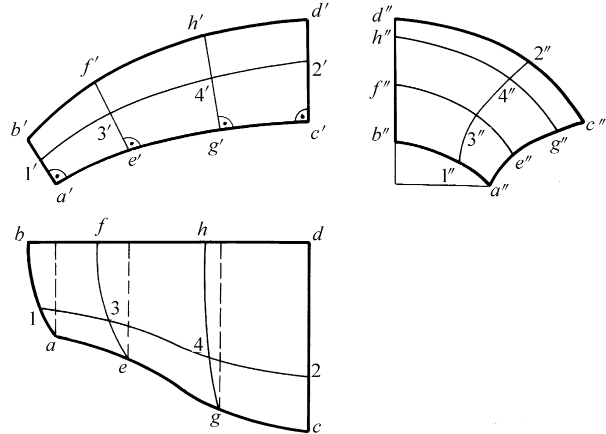
约定条件	1. 原曲面的一组截面曲线与生成曲面对应的截面曲线成仿射对应，互为比例曲线。如图，*A*12*B* 与 *C*34*D* 互为比例曲线，因此，若 *AB* 为光滑曲线，则 *CD* 亦为光滑曲线 2. 原曲面和生成曲面的边界曲线 *AB* 与 *CD* 间点列的对应可按下列关系选取 中心投射关系　等分点对应关系 法线对应关系　平移关系
曲面边界给定的方式	1. 由三边界曲线 *AB*、*BC*、*AC* 给定　2. 由四边界曲线 *AB*、*CD*、*AC*、*BD* 给定

（续）

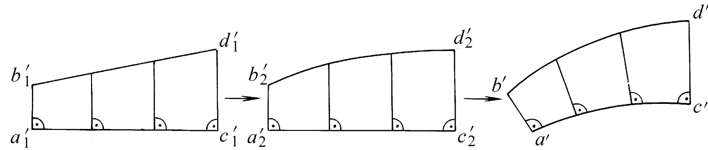
由锥面生成曲纹面	1. 原曲面：为锥面，其正面投影及水平投影是两个三角形线网  2. 生成曲面：各曲纹用两个三角形线网作图求出，如图中的截面线 *EF* 和曲纹 *A*1、*A*2 
由扭柱状面生成曲纹面（一）	1. 原曲面：为扭柱状面，先在水平投影中按中心投射关系建立边界曲线 *AB*、*CD* 间的点列对应。即曲面的水平投影构成三角形线网，正面投影构成梯形线网  2. 生成曲面：各曲纹利用梯形线网与三角形线网作图求出 

（续）

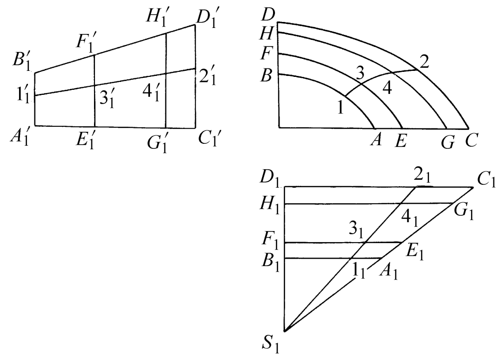
<table>
<tr>
<td>由扭柱状面生成曲纹面（二）</td>
<td>
1. 原曲面：为扭柱状面
2. 生成曲面：边界曲线如图给定，边界曲线 AC、BD 间的对应点用法线法确定，由此确定各中间截面的位置



（1）生成曲面可视为由原曲面（扭柱状面）二次变形而形成



（2）各截面线的真形可按三角形线网与梯形线网方法作图求出



</td>
</tr>
</table>

15.18 曲面中的作图问题

15.18.1 在直纹曲面中，由给定的导线作其素线

如图 15-34，设由三曲导线 L_1、L_2、L_3 给出一扭柱面，现过 L_1 上的 A 点作曲面的素线（直纹），其步骤如下：

（1）以 A 为顶点，以 L_3 为导线作一辅助锥面 K_1。

（2）过 L_2 作一投射柱面 K_2（垂直正面）。

（3）求出曲面 K_1 与 K_2 的交线 L_4 的水平投影 l_4。

（4）l_4 与 l_2 的交点为 b，由 b 求得 b'。

（5）连接 AB 并延长至 C（与 L_3 的交点），直线 ABC 即扭柱面上过 A 点的直纹。

15.18.2 作曲面的切平面与法线

过曲面上一点 M 任作曲面上两条曲线，作出这两条曲线的切线 T_1、T_2，两相交直线 T_1、T_2 确定了 M 点的切平面。过 M 点作直线 MN 垂直于切平面，MN 即为过 M 点的法线。

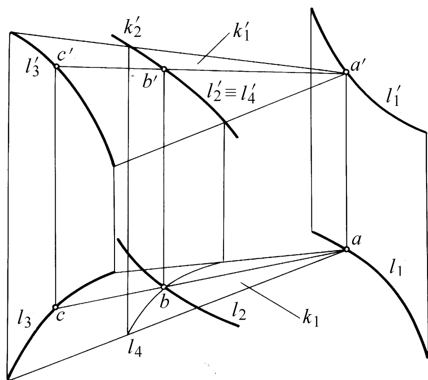


图 15-34

如图 15-35 所示为一球面，过球面上 M 点作球面的水平圆与正面圆，然后作出此两圆的切线 T_1、T_2。T_1、T_2 所确定之平面即为过 M 点的切平面，法线 MN 过球心 O，并与切平面垂直。

图 15-36 所示为一阿基米德斜螺旋面，过螺旋面上 M 点作切平面与法线的步骤为：

（1）作出 M 点的直纹，可视为曲面的切线 T_1。

（2）由过 M 点的导圆柱半径 a_m、螺旋参数 b，求出过 M 点的圆柱螺旋线的升角 φ_m，由此可求出过 M 点与螺旋线相切的切线 T_2。

（3）M 点的切平面即由切线 T_1、T_2 确定。

（4）法线 MN 与平面 T_1T_2 垂直。

（5）法线 MN 的水平投影过一点 f（$of \perp om$ 且 $of = b\tan\theta$）。过 M 点的直纹上各点法线的水平投影皆过此定点 f（证明从略）。

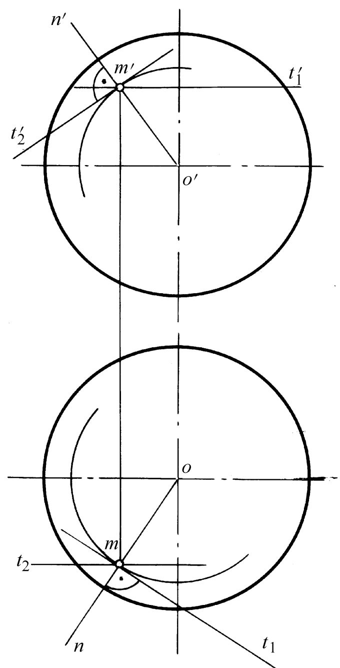


图 15-35

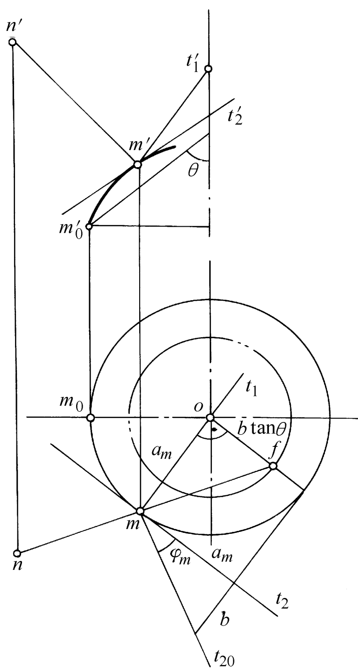


图 15-36

15.18.3 作曲面的轮廓线

1. 用曲面上曲线族投影的包络作图

例如在图 15-37 中，作出曲面上一组圆纹，其水平投影的包络线 c 即为曲面水平投影的轮廓线（此包络线的正面投影为 c'）。

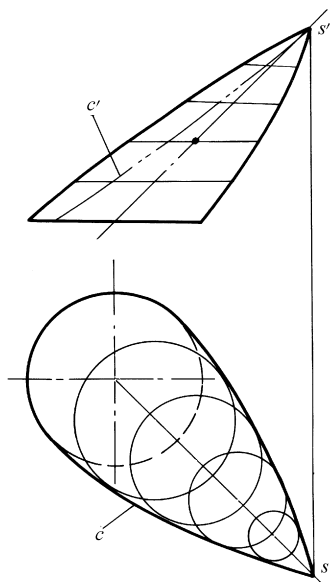


图 15-37

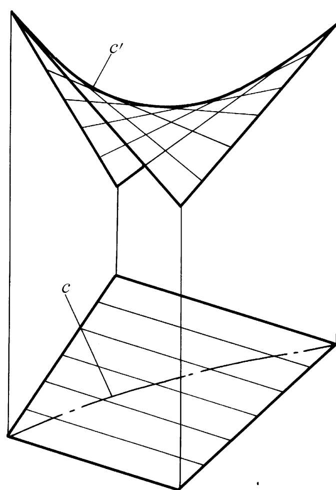


图 15-38

又如图 15-38 中，双曲抛物面正面投影的轮廓线为直线族的包络。

2. 用母面族投影的轮廓线作图

若将曲面看成由母面（例如球面）运动形成，而母面的投影轮廓线又易于作图（如圆），则可利用母面族的投影轮廓线来求曲面轮廓线。

图例详见第 18 章图 18-17。

3. 利用法线位置作图

若曲面上 K 点为投影轮廓线上的点，则过点 K 的切平面必为投射面。因而，过点 K 的法线必为投影面平行线。根据这个规律，可作出某些曲面的投影轮廓线。

如图 15-39，已给出阿基米德斜螺旋面，求位于直纹 LM 上而属于正面投影轮廓线的点 K。可按下列步骤作图：

（1）作出直纹 $l'm'$、lm。

（2）作 $lf \perp lm$，取 $lf = b\tan\theta$（其中 θ 为直纹与轴线交角。b 为螺旋参数）。

（3）过点 f 作水平线与 lm 交于点 k，kf 即直纹上点 K 处法线的水平投影（见图 15-36 的说明）。

（4）由 k 求得 k'，点 K 即螺旋面正面投影轮廓线上的点。

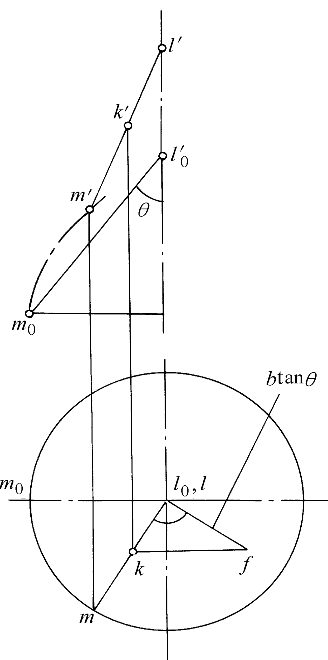


图 15-39

15.19　曲面零件的图示举例

根据曲面的形成特点、工作性能和工艺要求，对于零件上的曲面，在零件图中采用了多种表达方式，现分别列举如下。

15.19.1　采用近似画法表示曲面

基本上不按曲面的实际投影画出，而只标出形成该曲面的参数和母线轮廓。例如图 15-32 中的滚珠丝杠与图 15-40 中螺压机的变导程螺杆，其螺旋面皆用近似画法表示。

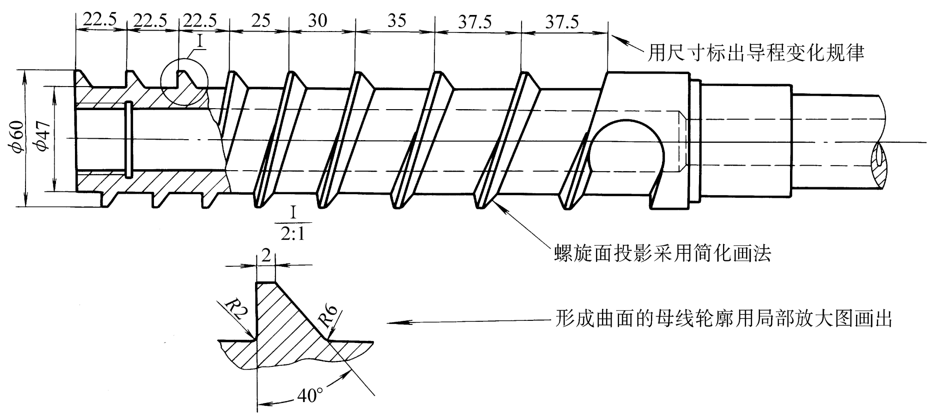


图　15-40

15.19.2　用尺寸标注以确定曲面轮廓

当曲面为柱面时，可直接用尺寸标注确定曲面轮廓，如图 15-41 所示的圆柱凸轮。

15.19.3　利用曲面的展开图作为辅助图形

用展开图的方式给出形成曲面的规律。如图 15-42 所示为一端面凸轮，其曲面在径向及轴向的变化规律分别用展开图表明。

15.19.4　用一系列法向截面表示曲面轮廓的变化

如图 15-43 所示为离心泵泵体，泵体内腔的流道形状是用一组流道法向截面的曲线族Ⅰ、Ⅱ、……、Ⅶ、Ⅷ和截面 *A*—*A*、*B*—*B* 表示的。

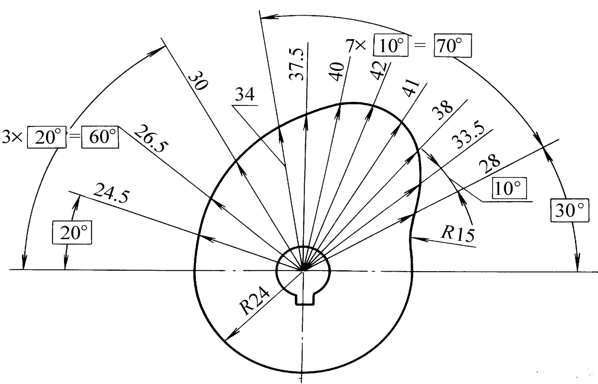


图　15-41

15.19.5　把曲面置于直角坐标系中，用数组截面线表示曲面

如图 15-44 所示为汽车顶盖，顶盖曲面主要由一组平行截面线的轮廓来确定。按截面线上各点的数据制造出一组样板，它们就是制造与检验该曲面部分的依据。

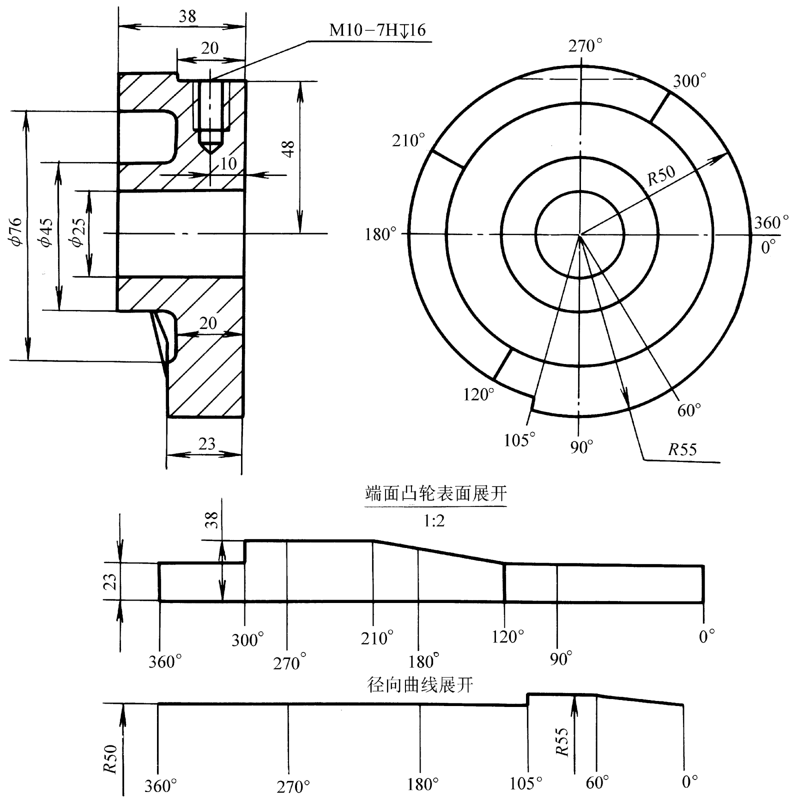

38
20
M10−7H↧16
48
10
φ76
φ45
φ25
20
23
270°
300°
210°
R50
180°
360°
0°
120°
60°
105°
90°
R55
端面凸轮表面展开
1:2
38
23
300°
210°
120°
0°
360°
270°
180°
90°
径向曲线展开
R50
R55
360°
270°
180°
105°
60°
0°

图 15-42

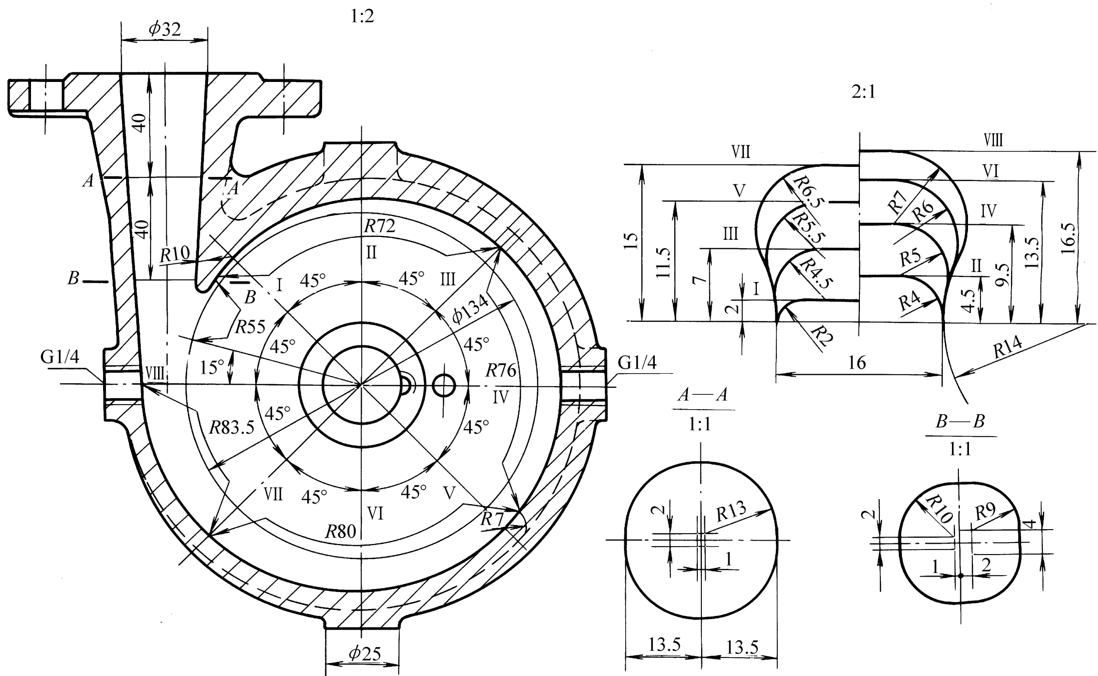

1:2
φ32
40
40
A
A
R10
B
B
R72
I
II
III
45°
45°
φ134
R55
45°
45°
G1/4
G1/4
VIII
15°
R76
IV
R83.5
45°
45°
VII
45°
45°
VI
V
R7
R80
φ25
2:1
VIII
VII
VI
V
IV
III
II
I
R6.5
R5.5
R4.5
R2
R7
R6
R5
R4
15
11.5
7
2
16.5
13.5
9.5
4.5
16
R14
A—A
1:1
R13
2
1
13.5
13.5
B—B
1:1
R10
R9
2
4
1
2

图 15-43

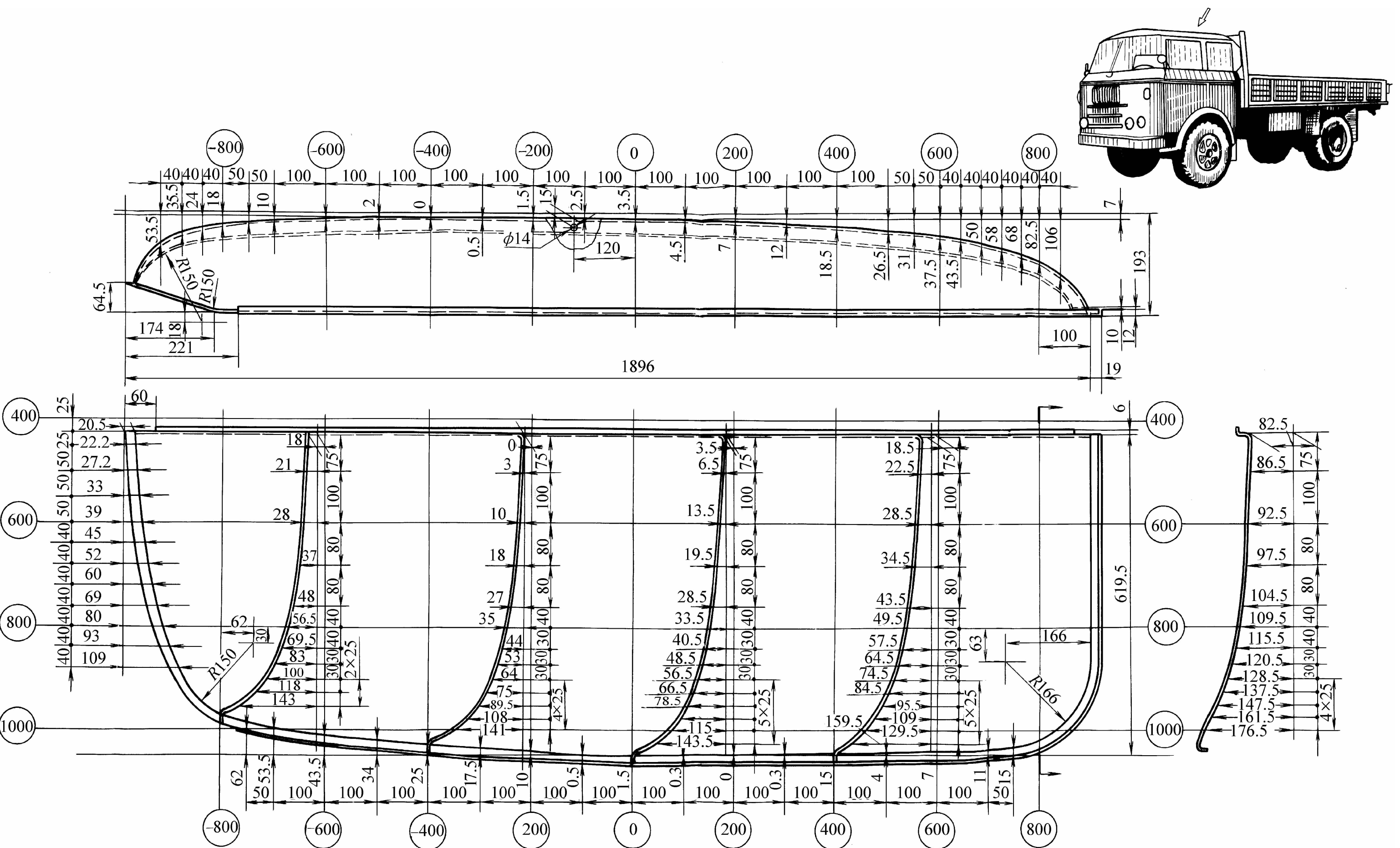

1896
619.5
193
221
174
64.5
R166
R150
φ14
-800
-600
-400
-200
0
200
400
600
800
1000

图 15-44

又如图 15-45 所示为飞机上的整流罩，它分别用两组平行截面线作为样板曲线以表示该曲面。

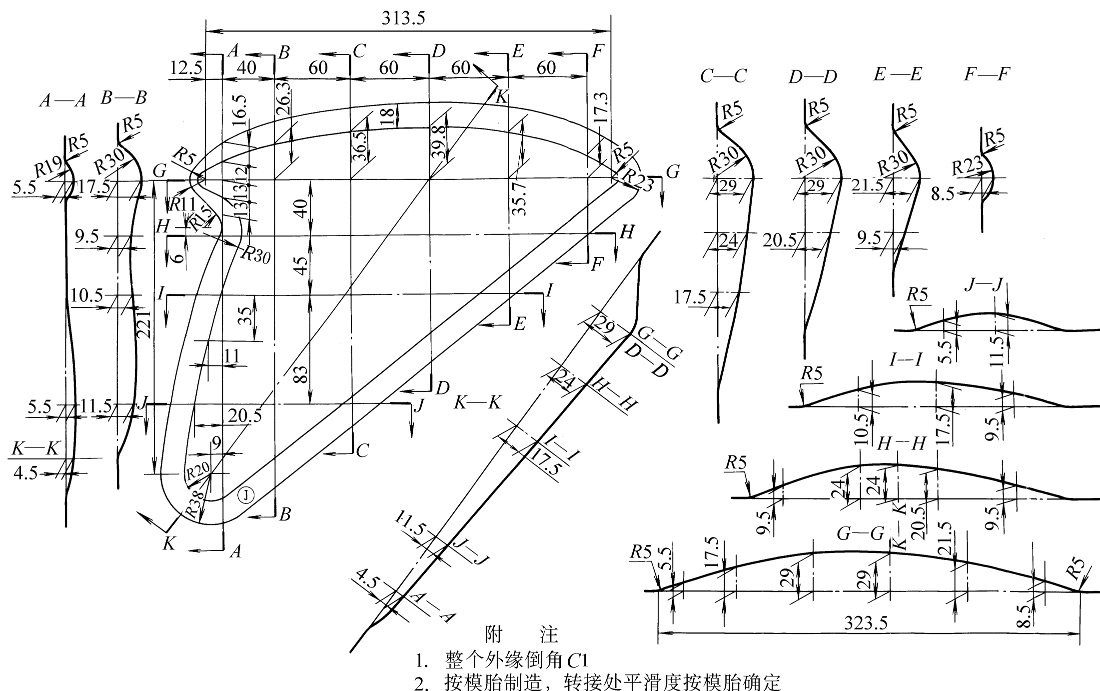


图　15-45

15.19.6　把曲面置于圆柱坐标系中，配合圆柱形剖面的展开图表示曲面

根据曲面的形成规律，可用圆柱形剖面表达螺旋曲面。如图 15-46，搅拌桨（三叶螺旋桨）的一个叶片的作图步骤如下：

（1）基本视图为主视图和右视图。叶面、叶背都是圆柱螺旋面（本例中为左旋）的一部分，螺旋参数为 b。

（2）主视图中桨叶展开线由设计给出，本例中按图 15-47 的尺寸比例关系确定。

（3）在主视图中，桨叶投影轮廓线用近似画法作出。如图 15-48，在半径为 R_i 的截圆柱上，过 K_i 点的一段螺旋线 A_iB_i 先用一段斜面上的椭圆弧 e_i 近似表达，而 e_i 又可用圆弧 c_i 近似表达。c_i 的半径 ρ_i 为 K_i 点处螺旋线的曲率半径，它可用直角三角形 K_iML 求出，其中 b 为螺旋参数。

圆弧 c_i 与桨叶展开线的交点 1、2，对应于截圆柱 R_i 上的 A_i、B_i 两点（在桨叶轮廓线上），在主视图上对应的投影即为 a_i'、b_i'。求出一系列这样的点对并光滑连接，即得桨叶在主视图中的投影轮廓线。

（4）右视图中桨叶投影轮廓线的画法，归结为求出 A_i、B_i 点的右侧投影 a_i''、b_i''，实际上是求出从 A_i 到 K_i、从 K_i 到 B_i 的两段升程。在本例中按以下步骤作出（图 15-49）：

过 k_i' 作 $k_i'Q_i \perp Mk_i'$（即过 k_i' 点作出螺旋线的展开线）；

求出圆弧段 $\overset{\frown}{k_i'a_i'}$ 的展开长度，为此可用近似作图：延长 $a_i'k_i'$ 到 o_1，使 $k_i'o_1 = \frac{1}{2}a_i'k_i'$，以

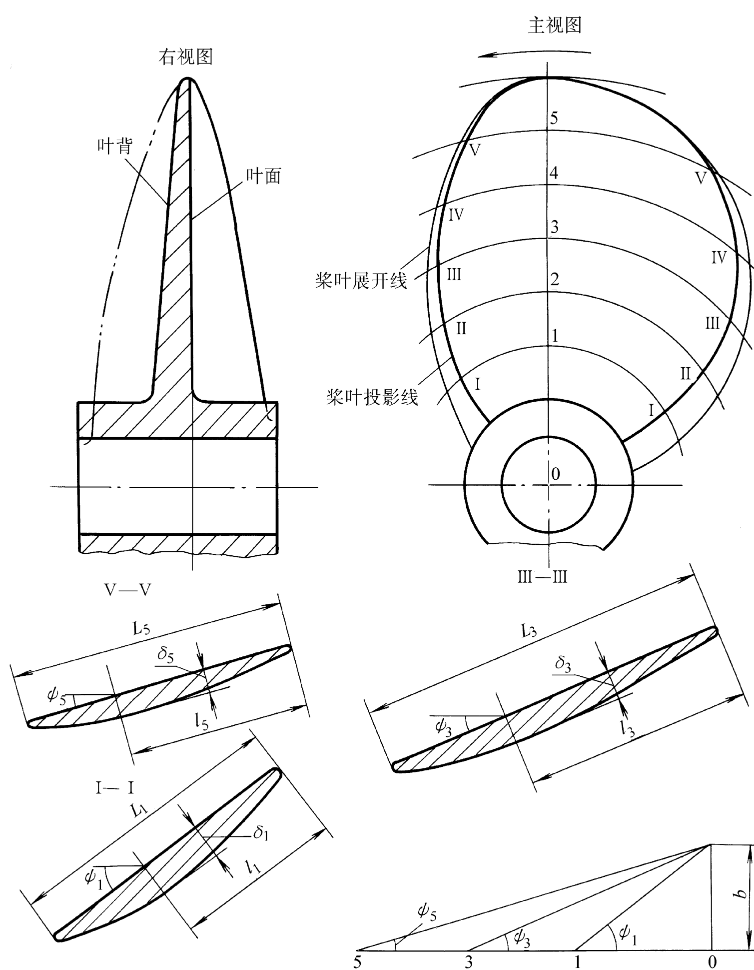


图 15-46

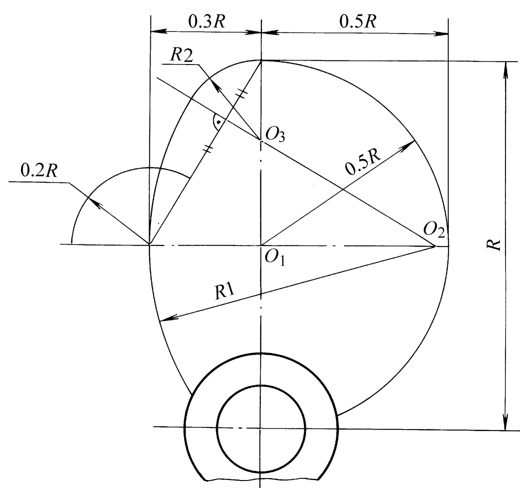


图 15-47

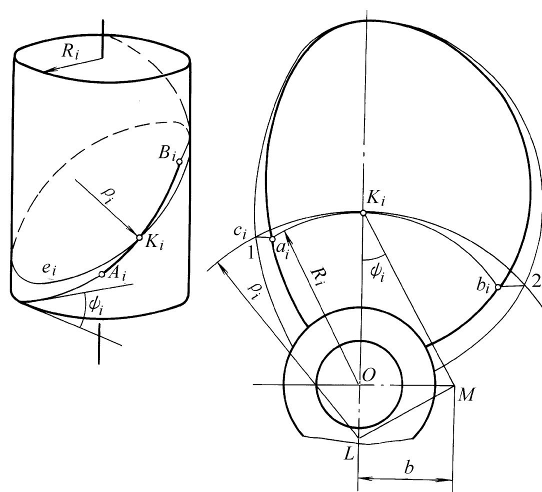


图 15-48

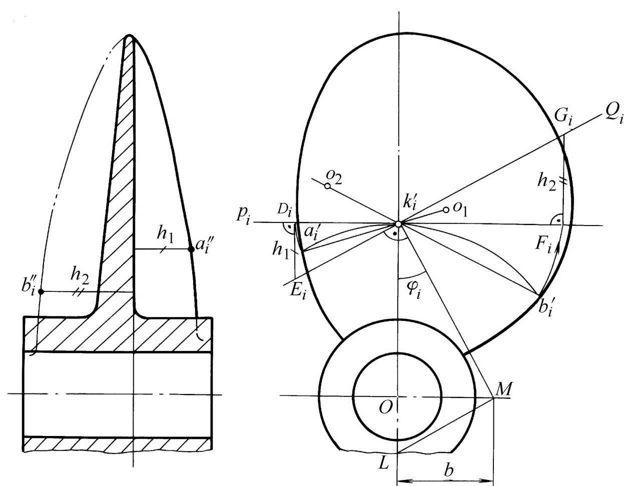


图 15-49

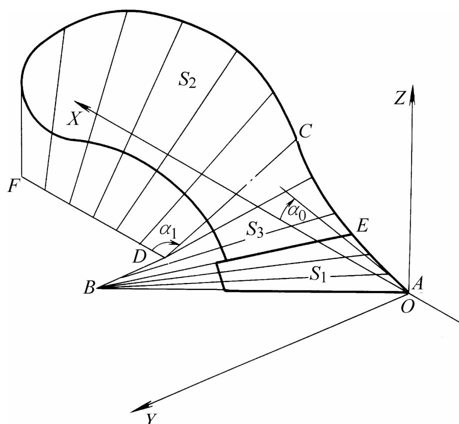


图 15-50

o_1 为圆心作弧与水平线 $k_i'p_i$ 交于 D_i，$k_i'D_i$ 即为圆弧 $k_i'a_i'$ 的展开长。过 D_i 作垂线与 $k_i'Q_i$ 相交，所得距离 h_1 即为从 A_i 到 K_i 的升程。由 h_1 即可求出 a_i'' 的位置。同理，由升程 h_2 可求出 b_i'' 的位置。求出一系列的 a_i''、b_i'' 点，光滑连接，即得桨叶在右视图中的投影轮廓线。

（5）在图 15-46 中，为了表示桨叶在各截圆柱面上的剖面形状及尺寸，画出一系列圆柱剖面的展开图，并标出有关尺寸。

15.19.7　组合曲面的表示

对于由几个简单曲面组合而成的复杂曲面，可分别给出确定各简单曲面的几何条件。这些条件必需是充分而无矛盾的，并要保证各简单曲面间的正确连接。

如图 15-50 所示的通用（A）型犁，是由锥面 S_1（犁铧）、阿基米德斜螺旋面 S_2（犁翼）和作为连接曲面的单叶双曲面 S_3（犁胸）组成。各曲面的确定方法与画法如下：

1. 锥面 S_1

见图 15-51，它用下列条件确定；锥顶 B（在 XOY 平面内，由尺寸 y_b 与铧刃角 λ_0 确定）；犁刃尖点 A 与坐标原点 O 重合；锥面曲导线 AE 在 XOZ 平面内，由起土角 α_0 和 E 点（由 δ_e 与 λ_e 角确定）确定。锥面轮廓还由耕宽 N 和斜角 φ 确定。

2. 阿基米德斜螺旋面 S_2

见图 15-52，它用下列条件确定：轴线 DD_1 的位置（在 XOY 平面内，用尺寸 Y_d 给定）；初始素线 DC 的位置（用素线 DC 与轴线 DD_1 的交角 α_1 和素线侧投影倾角 δ_c 给定）；导程 L 和曲面侧投影轮廓线的尺寸（给出 H、H_{max}、R_1、O_2、R_2 和 N_1）。图中画出了 6 条素线。

3. 单叶双曲面 S_3

S_3 面为连接曲面，它过 BE、CD 两素线，它的一端要求与锥面 S_1 连接，另一端要求与 S_2 面光滑连接，即此两曲面 S_3 与 S_2 应沿 CD 线在各点处有公共切平面。由此得曲面 S_3 的作图步骤为：

（1）如图 15-53，在素线 CD 上取三点 C、D、K，分别对螺旋面 S_2 作切平面（即求出过 C、D、K 三点的螺旋线切线 CT、KS、DB），这三个切平面为 P、Q、R（即 XOY 平面）。

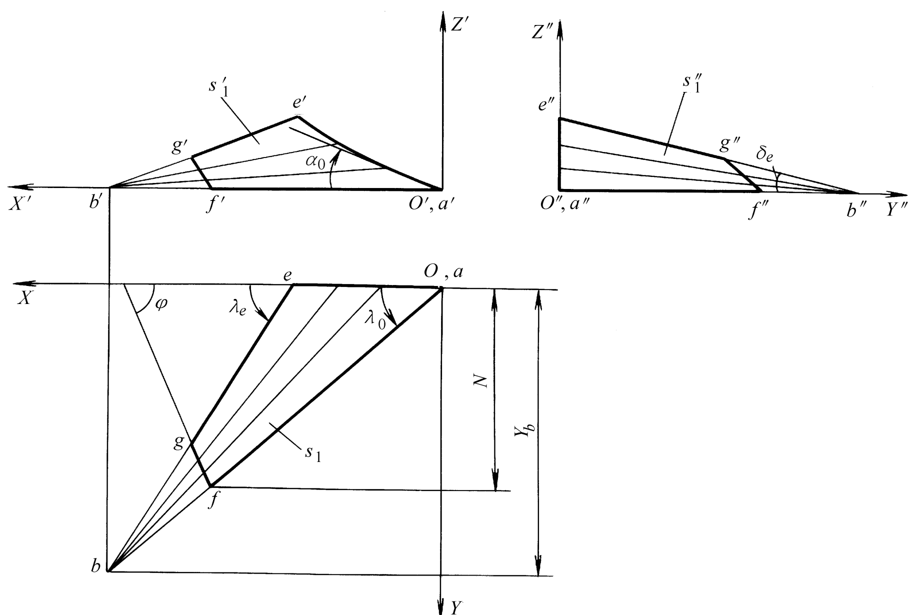


图 15-51

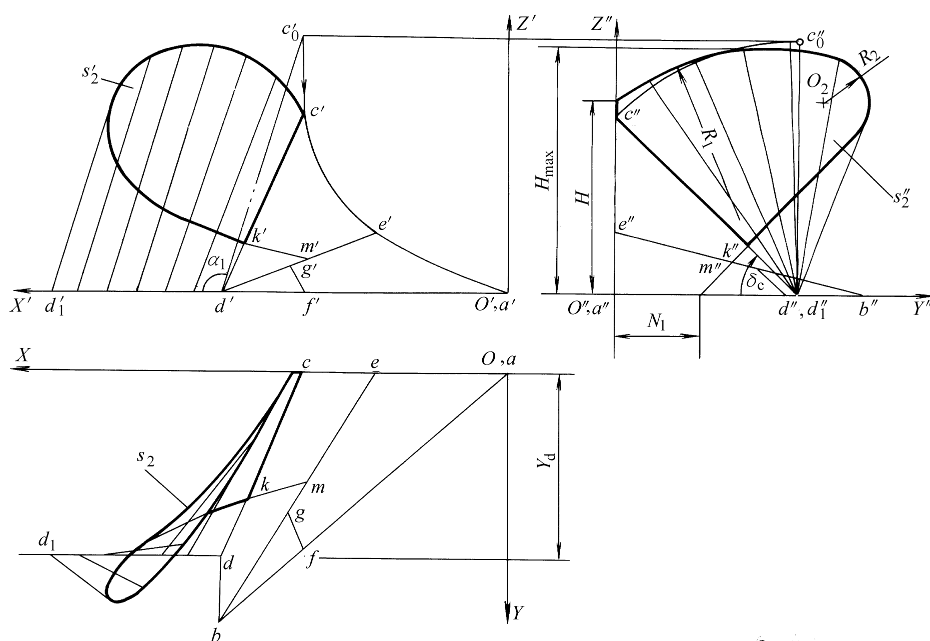


图 15-52

（2）求出切平面 P、Q、R 与另一给出素线 BE 的三个交点 U、V、B，则直线 CU、KV、DB 即为此单叶双曲面的三导线（属于单叶双曲面的另一族直纹）。

（3）根据三导线，即可在 S_3 曲面轮廓范围内画出一系列素线，如图 15-54。

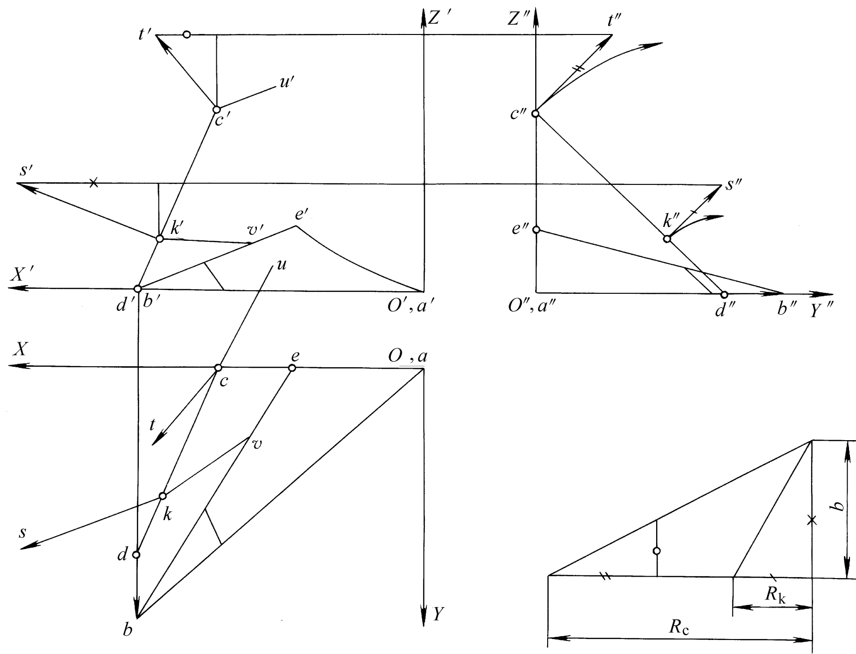

t′
Z′
Z″
t″
u′
c′
c″
s′
s″
k′
v′
e′
k″
e″
X′
u
d′
b′
O′, a′
O″, a″
d″
b″
Y″
X
c
e
O , a
t
v
k
s
d
b
Y
b
R_k
R_c

图 15-53

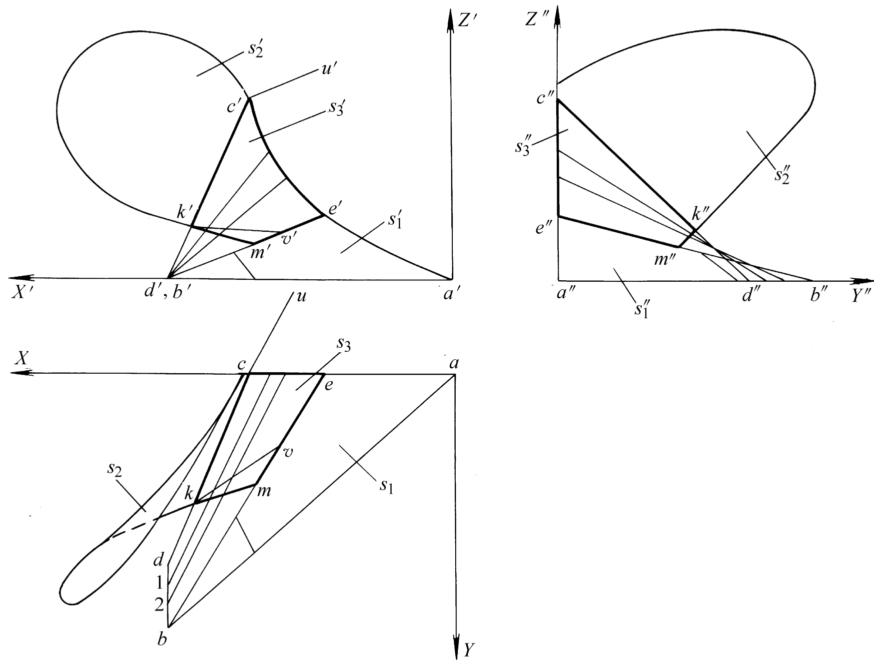

Z′
Z″
s′_2
u′
c′
s′_3
c″
s″_3
s″_2
k′
e′
s′_1
k″
e″
m′
v′
m″
X′
d′, b′
a′
a″
s″_1
d″
b″
Y″
u
s_3
X
c
a
e
v
s_2
s_1
k
m
d
1
2
b
Y

图 15-54

第 16 章　交线、过渡线

16.1　常见曲面交线的投影性质

16.1.1　截交线

16.1.1.1　圆柱面的截交线（表 16-1）

表 16-1　圆柱面的截交线

截平面的位置	与轴线垂直相交	与轴线平行相交	与轴线倾斜相交
投影图	P_V	P_H	P_V　β
截交线性　质	交线为圆，该圆直径等于圆柱面的直径	交线为与圆柱面轴线平行的二直线	交线为椭圆，其长短轴大小随 β 角而变化

圆柱面截交线的形状，因截平面相对于柱面轴线的位置而不同，有三种情况，如表 16-1。

圆柱面截交线为椭圆时，其非积聚性投影一般仍为椭圆，长、短轴大小及方向随 β 角的大小而改变，如图 16-1 和表 16-2。

16.1.1.2　圆锥面的截交线

圆锥面截交线的形状，因截平面和圆锥轴线的相对位置不同而有五种情况，如表 16-3。

圆锥面截交线为椭圆时，椭圆在与圆锥轴线所垂直的投影面（如 H 面）上的投影仍为椭圆，其长轴投影仍为长轴，短轴投影仍为短轴；在另一投影面（如 W

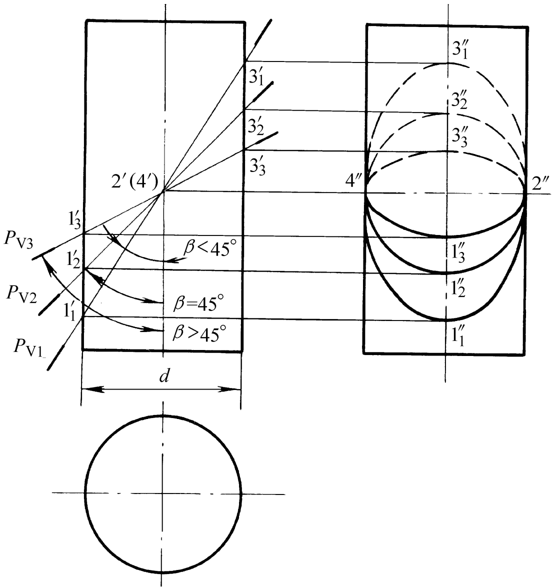


图　16-1

面）上的投影，长、短轴的方向和大小随β角大小而改变，如图16-2和表16-4。

16.1.1.3　球面的截交线（表16-5）

16.1.1.4　回转曲面的截交线（表16-6）

表16-2　圆柱面截交线为椭圆时的参数（参看图16-1）

β	空间椭圆	投影
$\beta<45°$	长轴 $=1_1 3_1$ 短轴 $=24=d$	投影为椭圆 长轴 $=1_1'' 3_1''=d\cot\beta>d$ 短轴 $=2''4''=d$
$\beta=45°$	长轴 $=1_2 3_2$ 短轴 $=24=d$	投影为圆 直径 $d_1=d\cot\beta=d$
$\beta>45°$	长轴 $=1_3 3_3$ 短轴 $=24=d$	投影为椭圆 长轴 $=2''4''=d$ 短轴 $=1_3'' 3_3''=d\cot\beta<d$

表16-3　圆锥面的截交线

类别	投影图	截平面位置	截交线性质
1	P_V	与轴线垂直 $\angle\beta=90°$	交线为圆
2	P_V	通过锥顶	交线为两相交直线

（续）

类别	投　影　图	截平面位置	截交线性质
3	α P_V o' o'' β o	与轴线相交夹角大于锥顶角之半，即$\angle\beta > \angle\alpha$	交线为椭圆
4	P_V α β	与轴线相交，且夹角等于锥顶角之半，即$\angle\beta = \angle\alpha$	交线为抛物线
5	P_V α β	与轴线相交，且夹角小于锥顶角之半，即$\angle\beta < \angle\alpha$	交线为双曲线

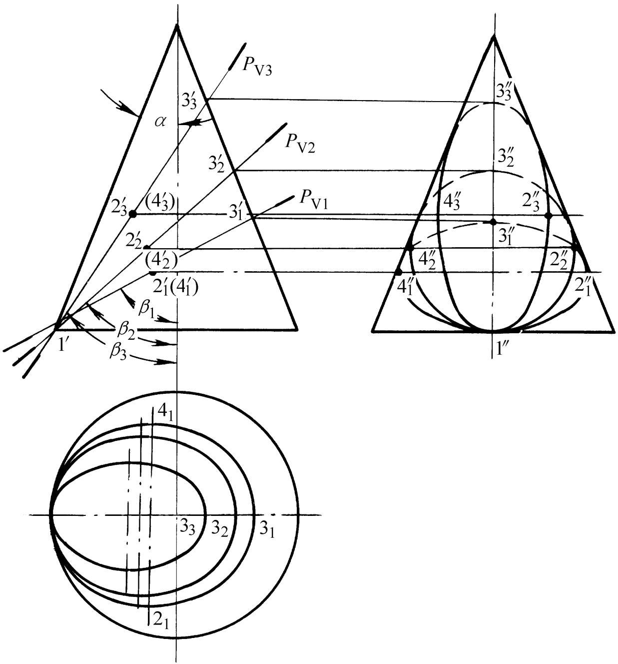


图 16-2

表 16-4 圆锥面截交线为椭圆时的参数（参看图 16-2）

β	空间椭圆	侧投影椭圆（或圆）
β_1	长轴 $=13_1$ 短轴 $=2_14_1$ （13_1 的中垂线） $\cot\beta_1<\cos\alpha$	投影为椭圆（长轴垂直 Z 轴） 长轴 $=2''_14''_1=2_14_1$ 短轴 $=1''3''_1=13_1\cos\beta_1$
β_2	长轴 $=13_2$ 短轴 $=2_24_2$ $\cot\beta_2=\cos\alpha$	投影为圆 $d=2_24_2$
β_3	长轴 $=13_3$ 短轴 $=2_34_3$ $\cot\beta_3>\cos\alpha$	投影为椭圆（长轴平行 Z 轴） 长轴 $=1''3''_3=13_3\cos\beta_3$ 短轴 $=2''_34''_3=2_34_3$

表 16-5 球面的截交线

截平面位置	截平面平行投影面	截平面垂直投影面
投影图		
截交线	空间——圆 投影——在平行截平面的投影面的投影仍为圆，其直径等于截交线圆的直径	空间——圆 投影——椭圆 长轴 $1''2''=d$（截交线圆的直径） 短轴 $3''4''=d\cos\beta$

表 16-6　回转曲面的截交线

截平面位置	截平面垂直轴线	截平面平行轴线	截平面与轴线倾斜相交
投影图			
截交线性质	截交线为圆	截交线为一对称的平面曲线	截交线为一对称的封闭曲线

16.1.2　回转曲面的相贯线

常见的具有公共对称平面的两个二次回转曲面以不同方式相贯，它们的相贯线一般为空间曲线。此种相贯线在与对称平面平行的投影面上的投影，具有双曲线，抛物线或椭圆三种二次曲线的形状，如表 16-7。

表 16-7　相贯线投影的形状

交线的投影	双　曲　线	抛　物　线	椭　　圆
相贯两曲面的类型	下列各种回转曲面同类或异类相交： 圆　柱　面 圆　锥　面 抛　物　面 双　曲　面 椭　圆　面	球面与下列回转曲面相交： 圆　柱　面 圆　锥　面 抛　物　面 双　曲　面 椭　圆　面	椭圆面与下列回转曲面相交： 圆　柱　面 圆　锥　面 抛　物　面 双　曲　面 椭　圆　面

交线投影为双曲线的图例，如表 16-8；

表 16-8　交线投影为双曲线

图例	圆柱面与圆柱面相交	圆柱面与圆锥面相交	圆锥面与圆锥面相交

（续）

相贯线投影的方程	$x^2-z^2=r_2^2-r_1^2$ 式中 $r_1=\frac{d_1}{2}$ $r_2=\frac{d_2}{2}$	$k^2x^2-(1+k^2)z^2=b^2-k^2r^2-2bz$ 式中 $k=\cot\alpha$ $r=\frac{d}{2}$	$k_2^2(1+k_1^2)x^2-(1+k_2^2)z^2$ $=b_2^2-a_1^2k_1^2k_2^2-2a_1k_1^2k_2^2x-2b_2z$ 式中 $k_1=\tan\alpha_1$ $k_2=\cot\alpha_2$
图例	圆锥面与抛物面相交	圆柱面与椭圆回转面相交	圆柱面与抛物面相交
相贯线投影的方程	$k^2x^2-(1+k^2)z^2$ $=b^2-2k^2pe-2k^2px-2bz$ 式中 $k=\cot\alpha$ p——抛物面焦点 F 到准面的距离	$(a^2-b^2)x^2-a^2z^2$ $=a^2r^2+b^2e^2-a^2b^2-2b^2ex$ 式中 $r=d/2$ a、b——椭圆面的长、短半轴 e——椭圆面中心到 z 轴的距离	$x^2-z^2=2pz+2pe-r^2$ 式中 $r=\frac{d}{2}$ p——抛物面焦点 F 到准面的距离

交线投影为抛物线的图例，如表 16-9；

交线投影为椭圆的图例，如表 16-10；

交线为圆、椭圆、直线等特殊平面曲线的投影图如表 16-11。

表 16-9　交线投影为抛物线

图例	圆柱面与球面相交	圆锥面与球面相交	椭圆回转面与球面相交

（续）

相贯线投影的方程	$z^2=2ex+R^2-r^2-e^2$ 式中　$r=\frac{d}{2}$	$(1+k^2)z^2$ $=2k^2ex+2bz+k^2R^2-k^2e^2-b^2$ 式中　$k=\cot\alpha$	$(a^2-b^2)z^2=2a^2e_1x+2b^2e_2z-a^2e_1^2$ $+b^2e_2^2-a^2b^2+a^2R^2$ 式中　a、b——椭圆面的长短半轴

表 16-10　交线投影为椭圆

图例	圆柱与椭圆回转面相交	圆锥面与椭圆回转面相交	抛物面与椭圆回转面相交
相贯线投影的方程	$(a^2-b^2)x^2+b^2z^2$ $=2a^2ex+a^2b^2-b^2r^2-a^2e^2$ 式中　a、b——椭圆面的长、短半径 e——椭圆面回转轴到 z 轴的距离 $r=d/2$	$k^2(a^2-b^2)x^2+b^2(1+k^2)z^2$ $=2k^2a^2ex+2b^2b_1z+k^2a^2b^2-k^2a^2e^2$ $-b^2b_1^2$ 式中　a、b——椭圆面的长、短半轴 $k=\cot\alpha$	$(a^2-b^2)x^2+b^2z^2$ $=a^2b^2-2pb^2(z+e)$ 式中　a、b——椭圆面的长、短半径 p——抛物面焦点 F 到准面的距离

表 16-11　交线为特殊的平面曲线

相贯条件	投　影　图	相贯线性质
回转曲面轴线通过球心，圆柱和圆锥轴线重合		交线为垂直于曲面轴线的圆

（续）

相贯条件	投　影　图	相贯线性质
过二回转面轴线交点能作一公切球面	ϕ ϕ	交线为两个椭圆
二柱面轴线平行 二锥面轴线交于锥顶	s ϕ ϕ	交线为二直线

16.2　交线投影作图的基本方法

16.2.1　辅助平面法

辅助平面法的原理：作出一系列的辅助平面，与已知的截平面和曲面（作截交线的投影时）或与相交的二曲面（作相贯线的投影时）相交，得到一些成对的交线（辅助交线），每对交线的交点即是所求交线上的公共点。辅助平面的选择，应以它与已知截平面或曲面的交线的投影简单易画（直线或圆）为原则。

16.2.1.1　用辅助平面法作截交线

例：已知 $P\perp V$，$P\cap$圆锥 = 椭圆。求截交线椭圆的 H、W 投影（图 16-3）。

作图步骤：

（1）先求最高点和最低点。由 1′求得 1″及 1；由 2′求得 2″及 2；然后求侧面界限母线上的点，由 5′、6′求得 5″、6″及 5、6；最后求短轴端点，过 1′2′的中点作 $Q/\!/H$，$Q\cap$锥 = 圆，

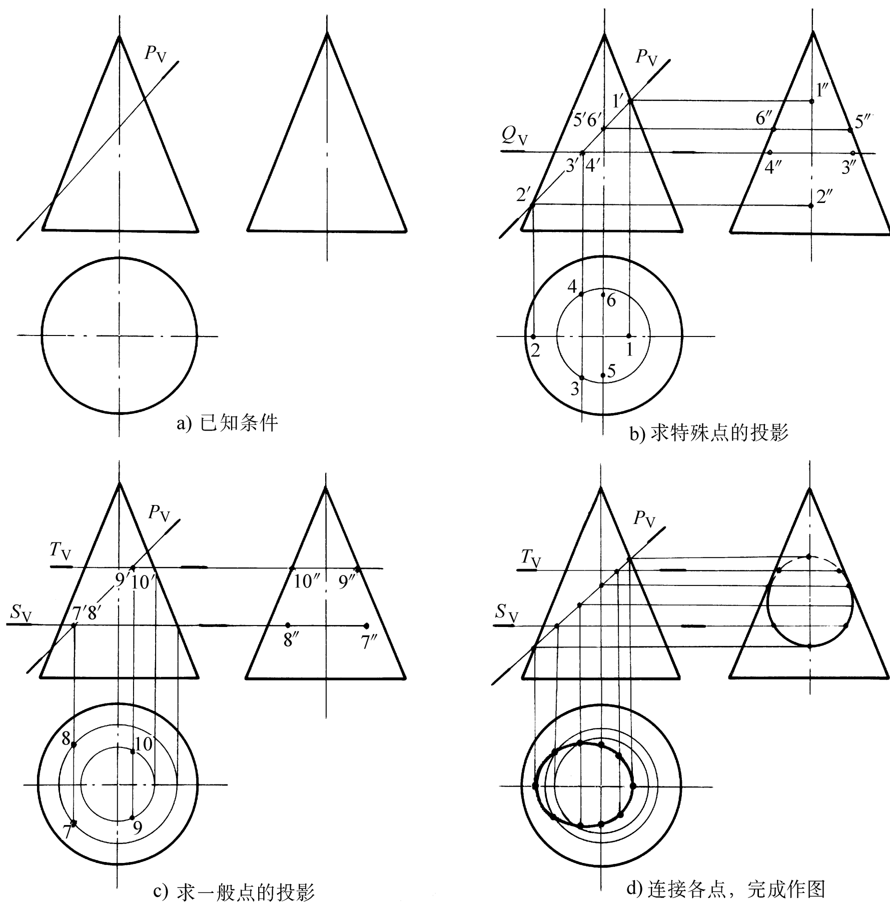


图　16-3

$Q \cap P$ = 直线,直线 ∩ 圆 = 3、4，由 3、4 和 3′、4′求得 3″、4″（图 16-3b）。

（2）作 $S /\!/ H$，则 $S \cap$ 锥 = 圆，$S \cap P$ = 直线，直线 ∩ 圆 = 7、8，由 7、8 和 7′、8′求得 7″、8″（图 16-3c）。

（3）判别可见性后光滑连接各点，即完成作图（图 16-3d）。

16.2.1.2　用辅助平面法作相贯线

例： 已知相贯的两圆柱的 W 投影，要求完成 V、H 投影（图 16-4）。

作图步骤：

（1）由 1″、3″、2″、4″分别求得 1、1′，3、3′，2、2′，4、4′（图 16-4b）。

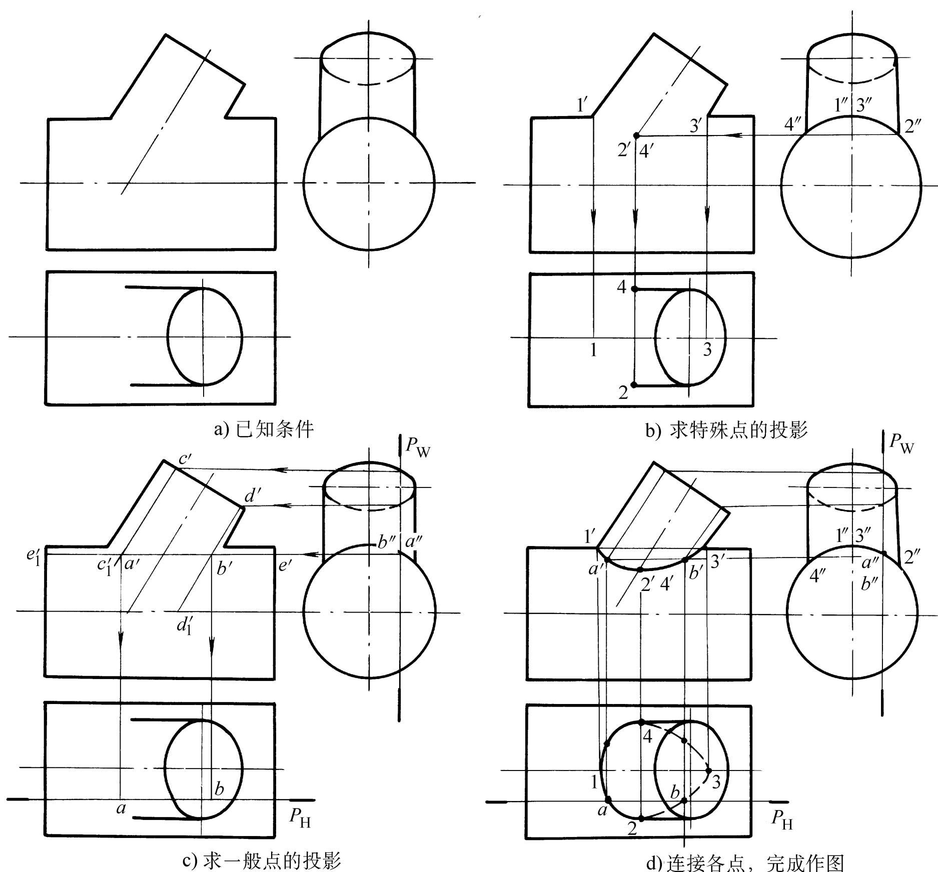
（2）作 $P /\!/ V$，$P \cap$ 柱 Ⅰ $= CC_1$、DD_1，$P \cap$ 柱 Ⅱ $= EE_1$，$c'c_1' \cap e'e_1' = a'$，$d'd_1' \cap e'e_1' = b'$。由 a''、b''和 a'、b'可求得 a、b（图 16-4c）。

（3）判别可见性后光滑连接各点，即完成作图（图 16-4d）。

16.2.2　辅助球面法

16.2.2.1　辅助球面法的应用条件

当二相贯回转曲面的轴线相交（固定球心法）或过一回转曲面母线圆的中心所作的垂线与另一回转曲面的轴线相交（变心球面法），均可以交点为球心作公共的辅助球面，得到



a) 已知条件　b) 求特殊点的投影　c) 求一般点的投影　d) 连接各点，完成作图

图　16-4

最简单的辅助交线，即平行投影面的圆，从而很方便地作出相贯线的公共点。

16.2.2.2　辅助球面法的作图步骤

1. 固定球心法（图 16-5）

作图步骤：

（1）以 o' 为球心，以适当的半径 R 作圆，即球面的 V 面投影。

（2）作出球面与柱面、锥面的辅助交线（圆）的 V 投影 a'、b'、c'。

（3）得到公共点：$a' \cap b' = 5'$、$6'$，$b' \cap c' = 3'$、$4'$。

（4）改变半径大小（$o'k' \leqslant R \leqslant o'2'$），以 $R = o'k'$ 作最小球面辅助面，又得到两个点的 V 投影 $7'$、$8'$。

（5）分别作出各点的水平投影。

2. 变心球面法（图 16-6）

作图步骤：

（1）过 o' 作平面 $P \perp V$，$P \cap$ 环面 $= a'b'$，$a'b'$ 为截面圆的 V 投影，圆心为 o_P'。

（2）过 o_P' 作 $o_P'o_1' \perp a'b'$，$o_P'o_1'$ 与锥轴交于 o_1'，以 o_1' 为圆心，$o_1'a'$（或 $o_1'b'$）为半径作球面的 V 投影，球面 $\cap$ 锥面 = 圆（$c'd'$），则 $a'b' \cap c'd' = 3'$、$4'$，即公共点的 V 投影。

（3）再过 o' 作平面 $Q \perp V$，以 o_2' 为球心，用类似的方法作出另外两个公共点的 V 投影

5′、6′。

（4）由各点的正面投影，作出各点的水平投影。

16.2.2.3　应用辅助球面法的几个图例

有些曲面的相贯线，用辅助球面法求作公共点的投影最简便，或只能用辅助球面法，如表 16-12。

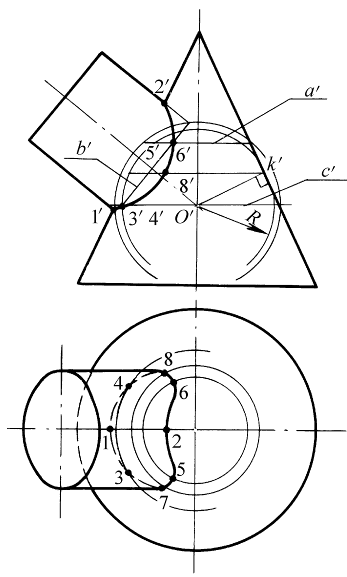


图　16-5

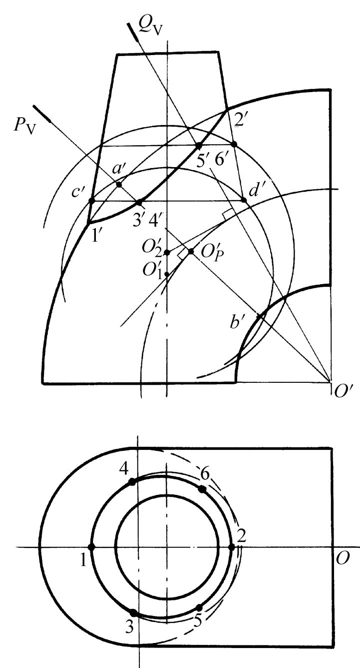
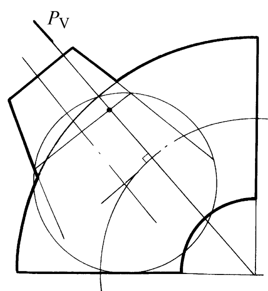
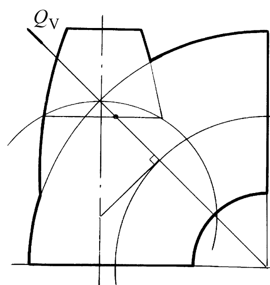


图　16-6

表 16-12　用辅助球面法求交线

固定球心法		

（续）

变心球面法		

16.3　交线的其他作图方法

16.3.1　换面法

当截平面或曲面立体处于一般位置时，用换面法将其变换为特殊位置，可使作图简化。

16.3.1.1　用换面法作截交线

图 16-7 的作图步骤：

（1）更换 H 面，使 $H_1 \perp AB$，作出圆柱面在 H_1 面的投影。

（2）过 b_1 点作夹角为 80°的已给定的二对称截平面 P 和 P_1。

（3）由 c_1、d_1 作出 c'、d'和 c''、d''。

（4）作出一般点 E、F、G、H 的 V、W 投影。

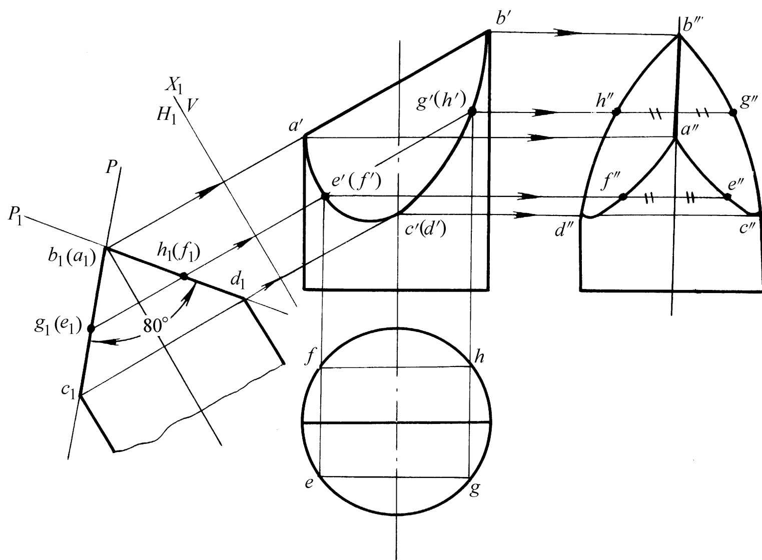


图　16-7

16.3.1.2　用换面法作相贯线

图 16-8 的作图步骤：

（1）换 V 面，使 V_1 面平行于斜柱轴线，作出球和柱在 V_1 面上的投影，以及相贯线在

V_1 面上的投影，它积聚为直线 $1_1'3_1'$。

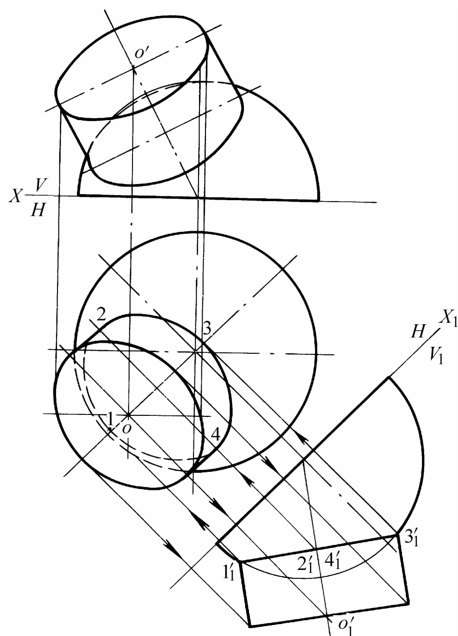


图 16-8

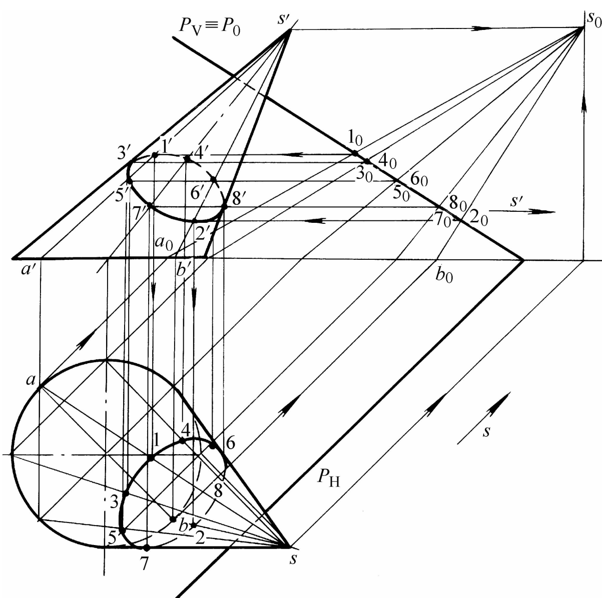


图 16-9

（2）作出相贯线的 H 投影：椭圆 1234。

（3）根据 H、V_1 投影，作出相贯线椭圆的 V 投影椭圆。

16.3.2　辅助斜投影法

16.3.2.1　用辅助斜投影法作截交线

图 16-9 的作图步骤：

（1）选定 S（$s /\!/ P_H$）为斜投影的投影方向，V 为投影面。

（2）作出斜锥和 P 平面在 V 面上的斜投影 $s_0a_0b_0$ 和 $P_0 \equiv P_V$；线段 1_02_0 为截交线的斜投影。

（3）按 S 的反方向，作出若干个点的正投影：如 1_0、2_0 在 s_0a_0、s_0b_0 上，则在 $s'a'$、sa 上作出 $1'$、1，在 $s'b'$、sb 上作出 $2'$、2。

16.3.2.2　用辅助斜投影法作相贯线

图 16-10 的作图步骤：

（1）选定圆柱母线方向为

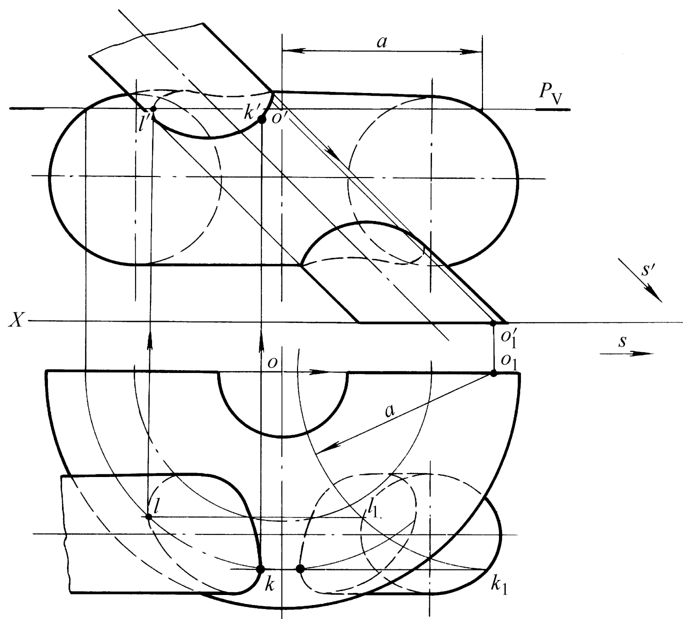


图 16-10

斜投影方向 S，H 为斜投影面。

（2）作水平辅助平面 P，求出公共点的斜投影：P 面与椭圆柱面的辅助交线椭圆的斜投影与底椭圆重合；P 面与圆环面的辅助交线圆 o' 的斜投影，为以 o_1 为圆心、a 为半径的圆。上述椭圆与圆的交点 l_1、k_1 即为公共点的斜投影。

（3）按 S 的反方向，作出其 V、H 投影 l'、k' 和 l、k。

（4）类似地作出足够公共点的投影。

16.3.3　辅助中心投影法

16.3.3.1　用辅助中心投影法作截交线

图 16-11 的作图步骤：

（1）以锥顶点 S 为投影中心，H 面为中心投影面。

（2）在 P 面的水平线 MN 上取线段 AB，作出 AB 的中心投影 A_0B_0，锥面的中心投影为锥底椭圆。

（3）A_0B_0 与锥底椭圆的交点 1_0、2_0 即公共点 1、2 的中心投影。

（4）由中心投影作出 1、2 的正投影；$s1_0 \cap ab = 1$，$s2_0 \cap ab = 2$，由 1、2 作出 $1'$、$2'$。

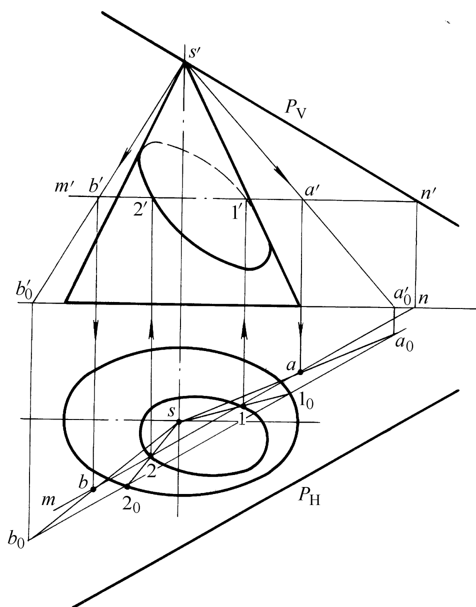


图　16-11

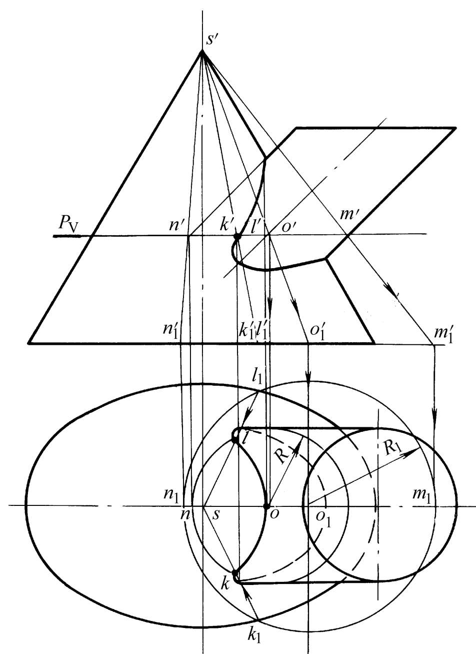


图　16-12

（5）类似地作出足够的公共点的投影。

16.3.3.2　用辅助中心投影法作相贯线

图 16-12 的作图步骤：

（1）以锥顶 S 为投影中心，H 面为中心投影面。

（2）作水平面 P，P 面与椭圆锥面的交线为一椭圆，其中心投影与锥底椭圆的 H 投影重合；P 面与椭圆柱面的交线为一圆（圆心为 O，半径为 R），其中心投影为以 O_1 为圆心、O_1M_1 为半径的圆。

（3）圆 O_1 和椭圆的交点 l_1、k_1 即公共点 K、L 的中心投影。

（4）反方向作出 K、L 的正投影：$sl_1 \cap$ 圆 $o = l$，$sk_1 \cap$ 圆 $o = k$，由 l、k 作出 l'、k'。

（5）类似地作出足够公共点的投影。

16.3.4　透视仿射变换法

16.3.4.1　用透视仿射变换法作截交线

图 16-13 的作图步骤：

（1）以 o 为中心、oa 为半径作圆，将椭圆抛物面透仿变换为回转抛物面（前后对称面为变换的轴平面，c、c_0 为一对对应点）。此时 P_H 变换为 P_{H0}。

（2）作水平面 Q，得到辅助交线椭圆（长半径为 oe）的对应圆（半径为 oe）。该圆与 P_{H0}交于 1_0、4_0，作出对应点 1、4，由 1、4 作出 $1'$、$4'$。

（3）以 o 为心作圆与 P_{H0}相切于 2_0，由 f 作出 f'，即可作出水平面 R（R_V），再由 2_0 作出最高点 $2'$。

（4）类似地作出足够的公共点的投影。

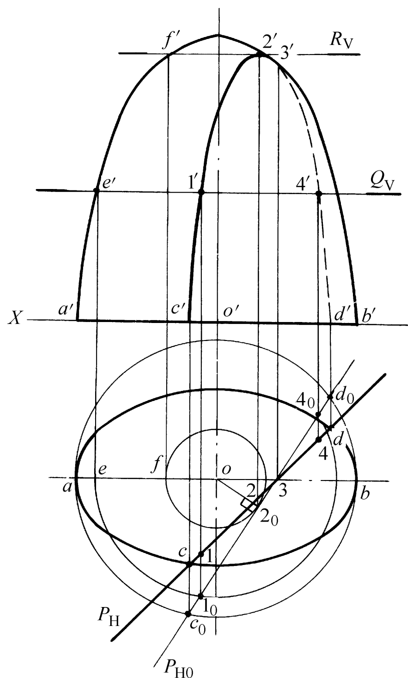


图　16-13

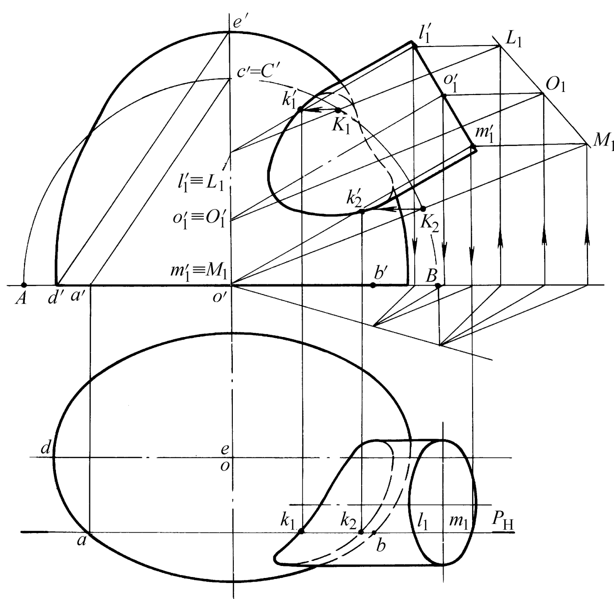


图　16-14

16.3.4.2　用透视仿射变换法作相贯线

图 16-14 的作图步骤：

（1）作正平面 P，P 面与圆柱面的交线为 l_1'、m_1'，与椭球面的交线为椭圆 $a'c'b'$。

（2）建立以长半径 $o'c'$为对应轴，短轴方向为变换方向的透仿变换。l_1'、m_1' 变换为 L_1、M_1，半椭圆 $a'c'b'$变换为半圆 ACB。变换时利用$\dfrac{o'B}{o'b'}$同一比值和二重点，作辅助相似三角形。

（3）L_1、M_1 与半圆的交点 K_1、K_2 即为公共点，再按逆变换方向，在 l_1'、m_1' 上作出其 V 投影 k_1'、k_2'，然后作出 k_1、k_2。

（4）类似地作辅助面，作出足够公共点的投影。

16.4　交线的简化画法

不论是截交线还是相贯线的投影，按国家标准（GB/T 4458.1—1984）规定：“在不致引起误解时……，允许简化，例如用圆弧或直线代替非圆曲线”。下面分别推荐和说明交线的各种类型简化画法的画图步骤和应用条件。

16.4.1　截交线的简化画法

16.4.1.1　截交线的四种简化类型（表 16-13）

表 16-13　截交线的简化类型

种类	截交线性质	简 化 类 型	简 化 方 法
1	双曲线 抛物线	线切型	顶点区简化为圆弧 两侧边简化为与圆弧相切的直线
2	椭圆	扁圆型	完整的椭圆简化为近似的四心扁圆
3	对称性的平面曲线	二弧相切型（分内切、外切）	顶点区和末端简化为圆弧，两侧中部简化为与二弧相切的二直线
4	顶点区的局部椭圆、双曲线和抛物线； 非顶点区的局部椭圆、双曲线和抛物线	单一型 （单一圆弧型、单一直线型）	对于局部的顶点区椭圆、双曲线、抛物线，简化为一圆弧 对于椭圆、双曲线和抛物线的一段侧边，则简化为一段直线

16.4.1.2　各种类型的简化作图方法（表 16-14）

表 16-14　各种类型简化作图方法

类型	简 化 方 法	简化作图步骤
线切型	R=a 3′ 3″ o′ 1′ 2′ 1″ 2″ 1 3 2 a R=a 3′ 3″ 4′ 5′ 5″ o″ 4″ 1′ 2′ a 2″ 1″ 2 o 3 R=a 1	1. 作出特殊点的投影 1′、2′、3′（或 1、2、3 与 1″、2″、3″） 2. 自点 3′（或 3 与 3″）沿轴线截取 $3'o'=a$（或 $3o=3''o''=a$），以 o'（或 o 与 o''）为圆心、a 为半径作一圆弧 3. 自 1′、2′（或 1、2 与 1″、2″）作圆弧的切线 4. 当截交线通过轮廓线时，则直线分为两段作出

（续）

类型	简 化 方 法	简化作图步骤
扁圆型		参阅第 14 章图 14-46 扁圆画法
		参阅第 14 章图 14-46 的扁圆画法
两弧相切型		1. 作出特殊点的投影 $1'$、$2'$、$3'$ 2. 取 $3'o'=a$，以 o' 为圆心，$o'3'$ 为半径作圆弧 3. 在 $1'1'$ 的延长线上取 $1'o'_1=R_1$（R_1 为环面半径），以 o'_1 为圆心，R_1 为半径作圆弧 4. 作两圆弧的公切线
单一型	单一圆弧型　单一直线型	单一圆弧型 1. 作出特殊点 $1'$、$2'$、$3'$ 2. 过 $1'$、$2'$、$3'$ 点作一圆弧 单一直线型 连接 1、4 点为一直线段

16.4.2 相贯线的简化画法

16.4.2.1 相贯线的三种简化类型（表 16-15）

表 16-15 相贯线简化类型

种类	简化类型		简化前	简化后	简化方法
1	线切型				双曲线、抛物线简化为二直线与一圆弧相切
2	扁圆型				椭圆简化为近似的四心扁圆
3	三弧型	三弧外凸型			对称的平面曲线简化为以同一直线上的 o_1、o_2、o_3 为圆心的三弧连接的外凸对称形
		三弧内凹型			对称的平面曲线简化为以对称线的 o_1、o_2 为圆心的二弧及其连接弧组成的内凹对称形
		三弧棱圆型			对称的平面曲线简化为以不在同一直线上的 o_1、o_2、o_3 为圆心的三弧组成的棱圆封闭形

16.4.2.2 线切型简化画法及应用条件（表 16-16）

表 16-16 线切型简化画法图例

	应用图例	画图步骤
正交对称线切型		1. 作出特殊点的投影 1′、2′、3′ 2. 在对称轴上，截取 $2'o'_1=2'o'$ 3. 以 o'_1 为圆心、$o'_1 2'$ 为半径画圆弧 4. 自 1′、3′分别作圆弧的切线
		1. 作出特殊点的投影 1′、2′、3′与 $1'_1$、$2'_1$、$3'_1$ 2. 作两曲面中最小的内切圆，得到 o' 点，截取 $2'o'_1=2'o'$，$2'_1 o'_2=2'_1 o'$ 3. 分别以 o'_1、o'_2 为圆心作圆弧 4. 自 1′、3′、$1'_1$、$3'_1$ 分别作切线

（续）

	应用图例	画图步骤
正交非对称线切型		1. 作出特殊点的投影 $1'$、$2'$、$3'$ 2. 自点 $2'$ 作锥轴的垂线，在其上取 $2'o_1'=2'o'$ 3. 以 o_1' 为圆心、$o_1'2'$ 为半径作圆弧 4. 自 $1'$、$3'$ 分别作圆弧的切线
斜交非对称线切型		1. 作出特殊点的投影 $1'$、$2'$、$3'$ 2. 作 $\angle\alpha$（一轴线和另一曲面轮廓线的法线 $o'c'$ 的夹角）的角平分线 $o'm$，在 $o'm$ 取点 o_1'，使 $o_1'2'=2'o'$ 3. 以 o_1' 为圆心，$o_1'2'$ 为半径作圆弧 4. 自 $1'$、$3'$ 分别作圆弧的切线

（续）

	应用图例	画图步骤
偏交非对称线切型		1. 作出特殊点的投影 1′、2′、3′ 2. 以 o′为圆心、o′2′为半径画圆弧 3. 自 1′、3′作圆弧的切线

16.4.2.3　扁圆型简化画法及应用条件（表 16-17）

表 16-17　扁圆型简化画法图例

	应用图例	画图步骤
扁圆型		参阅第 14 章图 14-46 的扁圆画法

16.4.2.4 三弧型简化画法及应用条件（表 16-18）

表 16-18 三弧型简化画法图例

	应用图例	画图步骤
三弧外凸型		1. 作出特殊点的投影 1、2、3、4 2. 作 34（或 23）的中垂线交对称轴于 o_1，以 o_1 为圆心、$o_1 3$ 为半径画圆弧 $c3c_1$ 3. 作 $1c_1$（或 $1c$）的中垂线与 cc_1 交于 o_2，取对称点 o_3，以 o_2、o_3 为圆心，o_2c_1 为半径画两对称圆弧 4. 尖点 1 处可用小圆角过渡
三弧内凹型		1. 作出特殊点的投影 1、2、3、4、5、6 2. 作 34 的中垂线交对称轴于 o_1，以 o_1 为圆心、$o_1 3$ 为半径画圆弧 $\widehat{234}$ 3. 作 16 的中垂线交对称轴于 o_2，以 o_2 为圆心、$o_2 1$ 为半径画圆弧 $\widehat{516}$ 4. 在 25 和 46 之间分别用相同大小的小圆弧连接
三弧棱圆型		1. 作特殊点的投影 1″、2″、3″、4″ 2. 作 1″2″的中垂线交对称线于 o_1，以 o_1 为圆心，$o_1 1''$为半径画一圆弧 $\widehat{2''1''4''}$ 3. 作 2″3″的中垂线交自 c'（一曲面轴线与另一曲面轮廓线的交点）所引水平线于 o_2，取对称点 o_3，以 o_2、o_3 为圆心、$o_2 3''$为半径，画两圆弧 $\widehat{2''3''}$ 和 $\widehat{4''3''}$ 三处尖角用小圆角过渡

16.5 过渡线画法

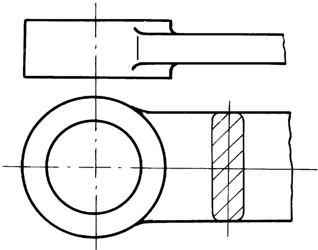
不切削加工的铸、锻零件的两表面相交处，一般为圆角过渡。画图时，交线不与两轮廓线接触，而采用过渡线画法。

16.5.1 交线与过渡线画法比较（表 16-19）

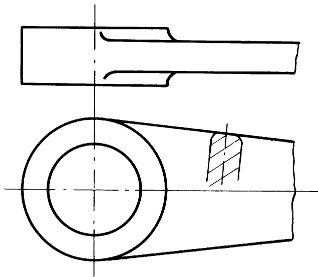
表 16-19 交线和过渡线画法比较

	交 线 画 法	过 渡 线 画 法
平面与平面立体		
平面与曲面立体		
曲面与曲面立体		

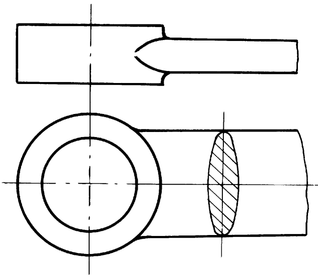
16.5.2 零件上过渡线画法实例（图 16-15 ~ 图 16-18）



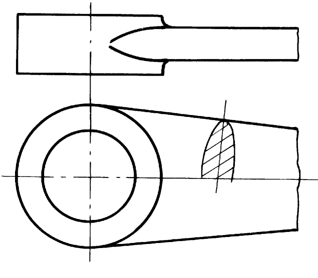
a)



b)



c)



d)

图 16-15

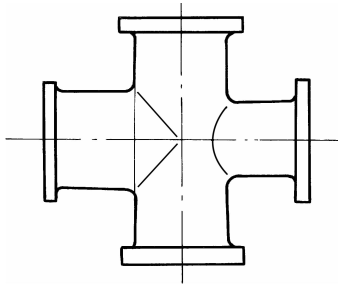


图 16-16

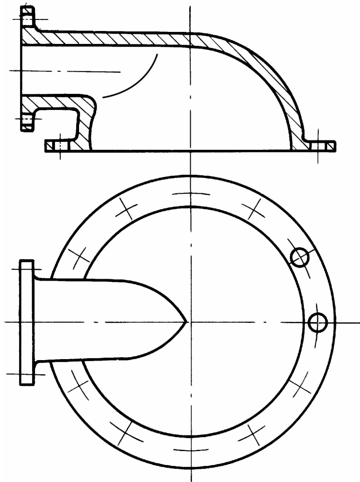


图 16-17

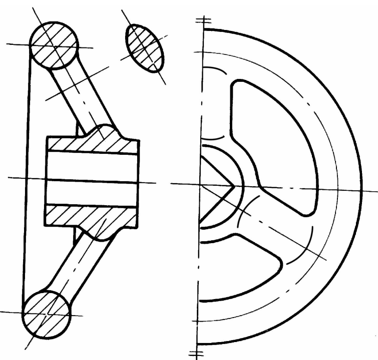


图 16-18

第 17 章　展开图画法

平面立体的表面均为可展表面；曲面立体中的曲面分为可展曲面与不可展曲面两类。

在直线面中，若任意相邻两条素线相互平行或相交（即在同一平面上），则该直线面为可展曲面。

直线面中的柱面、锥面、切线曲面（又称回折棱面）是可展曲面，其余的直线面，如单叶双曲面、双曲抛物面、柱状面、锥状面，均为不可展曲面。

所有的曲线面，如球面、圆环面、椭圆面、椭圆抛物面等均为不可展曲面。

17.1　可展表面展开的一些实例

作表面展开，可用图解法、计算法，通常用图解法较多。

作可展表面展开图的基本方法是：

1. 平行线法

根据两平行线确定一平面，将立体表面以两相邻的平行线为基础构成的平面形为一平面，并依次逐个展开得到展开图的方法，称为平行线法。它用于柱面的展开。

平行线法，根据其作图方法的不同，又可分为正截面法和侧滚法。

（1）正截面法　当柱棱与柱的底面不垂直时，必须先作一与柱棱垂直的正截面，并将组成正截面的各边展开成一直线，这时在展开图上棱线必垂直于该直线，即可逐一画出各表面的展开图，这种方法称为正截面法。如果已知条件中，柱棱垂直于柱底，则柱底就是正截面。

（2）侧滚法　当柱棱平行于投影面时，以柱棱为旋转轴，将柱的表面逐个绕投影面平行轴旋转到同一个平面上，得到展开图，这种方法称为侧滚法。当柱棱不平行于投影面时，可用换面法，先将柱棱变换到平行于投影面的位置，然后再作展开图。

2. 三角形法

根据一三角形确定一平面，将立体表面分成若干个三角形（有的立体，如三棱锥表面本来就是三角形），并依次逐个展开得到展开图的方法，称为三角形法。它通常用于锥面和切线曲面的展开。

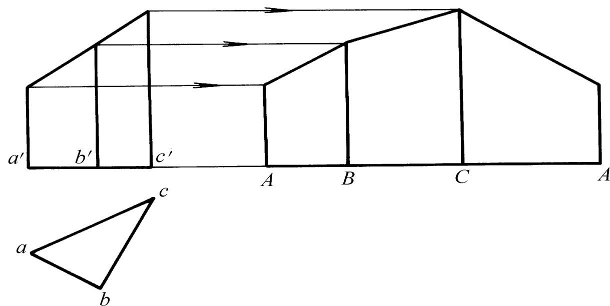


图　17-1

例 1：试作一直三棱柱的表面展开图（图 17-1）。

解：由于该三棱柱的棱线垂直于底面，故可直接将底面三角形的边展开在一条直线上，然后作出展开图。

例 2：试作一斜三棱柱的表面展开图（图 17-2 ~ 图 17-4）。

由于该三棱柱的柱棱与底面不垂直，故采用正截面法、侧滚法及三角形法求解。

作法 1：正截面法

作图步骤（图 17-2）：

（1）作正截面 P，并用换面法求出其实形△$1_1 2_1 3_1$（图 a）。

（2）将△$1_1 2_1 3_1$ 各边展开成一直线，可得 1、2、3、1 各点（图 b）。

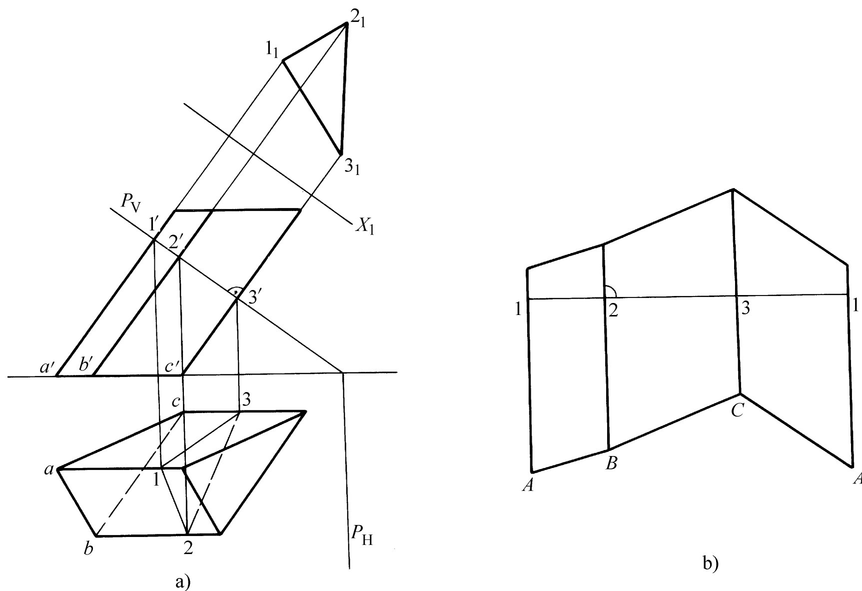


图 17-2

（3）过各点作直线（即棱）垂直于直线 11，并在各垂线上作出各棱线的端点，棱长自 V 投影量取，如 $1A = 1'a'$ 等。

（4）连接各端点，得展开图。

作法 2：侧滚法

本例由于柱棱平行于 V 面，故可直接用侧滚法作图。

作图步骤（图 17-3）：

（1）过 b'、e'作直线 $b'B$、$e'E$，使其均垂直于 $a'd'$。

（2）以 a'为圆心、ab 为半径画弧，与 $b'B$ 交于 B。

（3）连 a'、B 得 $a'B$；过 B 作 $BE // a'd'$；过 d'作 $d'E // a'B$；即得 $ABED$ 表面的展开图 $a'BEd'$。

（4）过 c'、f'作直线 $c'C$、$f'F$，使其均垂直于 BE。

（5）以 B 为圆心，bc 为半径画弧，与 $c'C$ 交于 C。

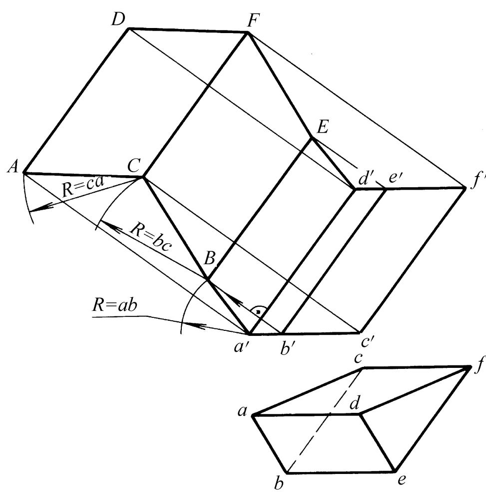


图 17-3

（6）连 B、C 得 BC；过 C 作 $CF/\!/BE$；过 E 作 $EF/\!/BC$；即得 $BCFE$ 表面的展开图。

（7）类似地，作出 $CADF$ 表面的展开图，即完成作图。

作法 3：三角形法

作图步骤（图 17-4）：

（1）将棱柱侧面的每个四边形分割为两个三角形（图 a）。

（2）对各三角形中一般位置的边求实长（图 a）。

（3）依次作出三角形的实形，得棱柱面的展开图（图 b）。

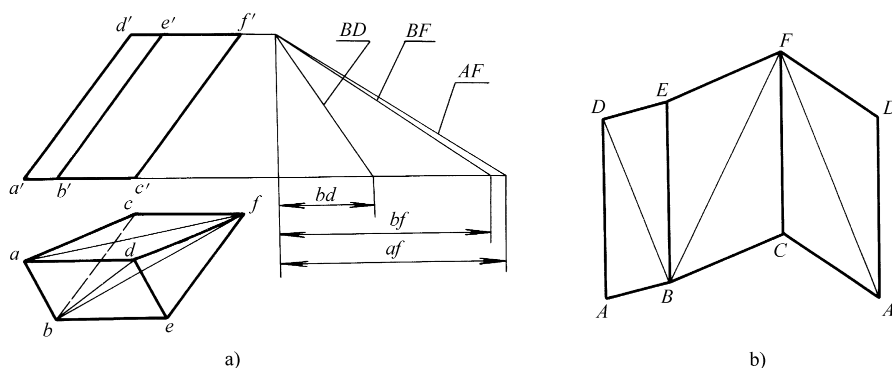


图　17-4

例 3：试作一圆柱面的展开图（图 17-5）。

解：本例为一直圆柱面被平面斜截，但由于底面与轴线垂直，所以不必另作正截面，只要将底圆展开成直线（长度为 πD），并将该直线与底圆作相同的等份（图中为 12 等份），即可作出展开图。

也可用圆柱面的内接正棱柱面代替圆柱面，作近似展开。这种作法常用于精度要求不高或只作局部圆柱面展开的情况。

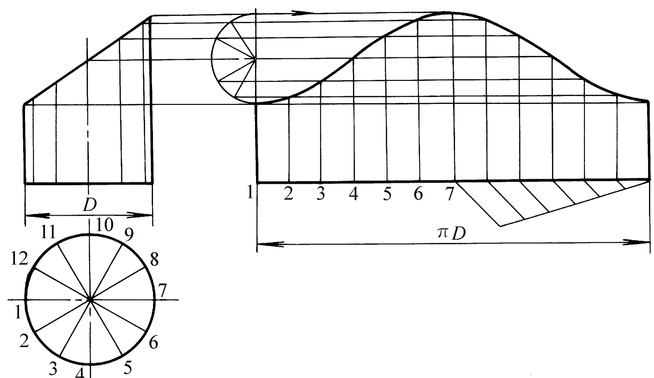


图　17-5

例 4：试作一斜椭圆柱面的展开图（图 17-6）。

本柱面的正截面为椭圆（图中未画出），上下底为水平面，轴线为正平线。本例可用内接棱柱面近似代替椭圆柱面，采用正截面法求解；也可用侧滚法求解。采用侧滚法较为简便。

作图步骤：

（1）将底圆等分（例如 12 等分），并过各分点的 V 投影作素线的 V 投影。

（2）在 V 投影上，过各分点作素线 V 投影的垂线。

（3）以 $1'$ 为圆心、$R=12$（弦长）为半径作弧，与垂线交于点 1，类似地依次作出各点 2、3、……。

（4）用曲线板光滑地顺次连接所得各点，即可作出展开图。

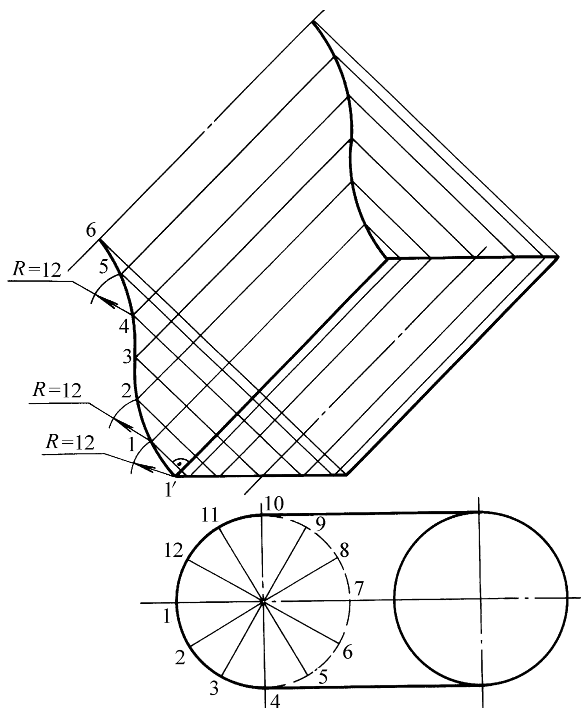


图 17-6

例 5：试作一三棱锥表面的展开图（图 17-7）。

解：三棱锥的侧面均为三角形，求出三条棱的实长（图 a），即可作出表面展开图（b）。

例 6：试作一斜椭圆锥面的展开图（图 17-8）。

本锥面的正截面为椭圆（图中未画出），底面为水平面。可用内接棱锥面代替椭圆锥面，作近似展开。

作图步骤：

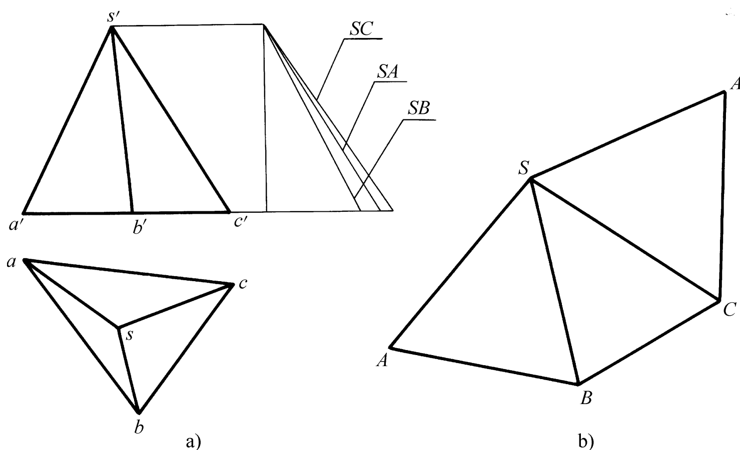


图 17-7

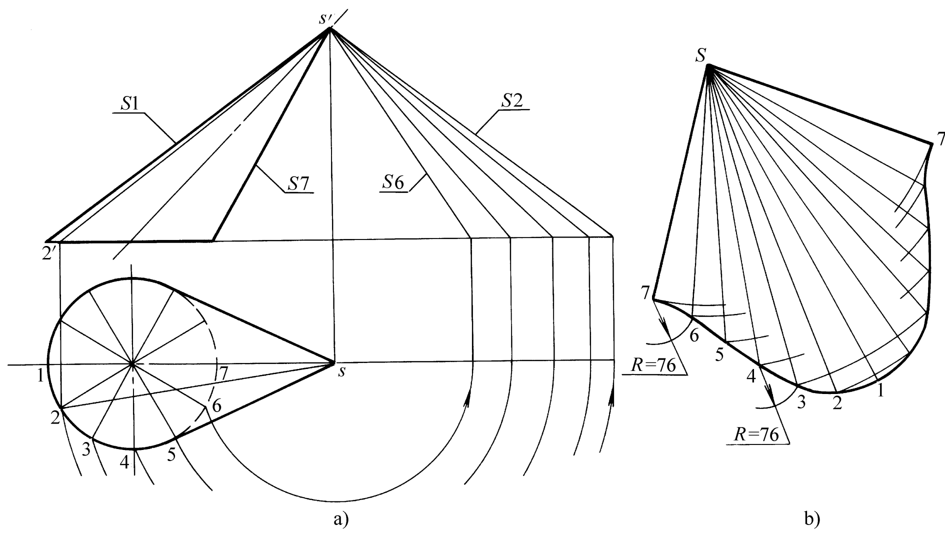


图　17-8

（1）将底圆 12 等分，并过各分点作素线，如图中的 S2（s2，s′2′）（其余素线未画出）（图 a）。

（2）用绕垂直轴旋转法（轴线过点 S），求各素线的实长，如 S2、S6 等（图 a）。

（3）以相邻两素线的实长为两边，以底圆上的一等分的弦长为第三边，依次作出各三角形，如 S76、S65、……，得点 7、6、5、……（图 b）。

（4）用曲线板顺次光滑连接各点，即可画出展开图（图 b）。

例 7：一直圆锥面被平面所截，试作其展开图（图 17-9）。

作法 1：以内接正棱锥面代替直圆锥面，作近似展开。

作图步骤：

（1）将圆锥底圆 12 等分，并过各分点作素线。

（2）以素线的实长为半径，作扇形圆弧。

（3）取底圆上一等分的弦长，在扇形的圆弧上依次截取 12 段，并作出各素线。

（4）求各素线被截去的那一段（如 SA）的实长（$s'a_1$），并将它移置到展开图的相应素线（如 S3）上，得一系列的点（如点 A_1）。

（5）用曲线板依次光滑连接各点，完成展

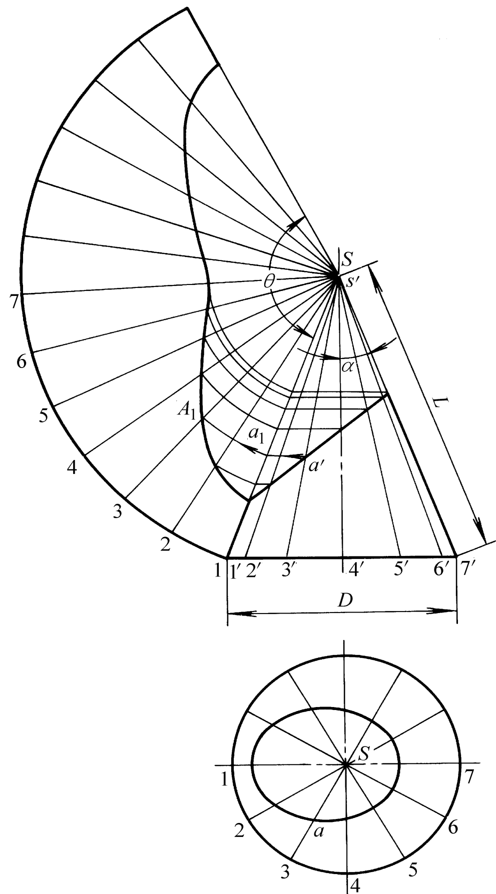


图　17-9

开图。

作法 2：采用计算与图解结合的方法求解。

作图步骤：

（1）按下式计算扇形角 θ。

$$\theta = \sin\alpha \times 360° = \frac{D}{2L}360°$$

式中 α 为圆锥半顶角；D 为底圆直径；L 为圆锥的母线长。

（2）以母线长 L 为半径作圆弧，并根据扇形角 θ，作出扇形，得整圆锥面的展开图。

（3）将扇形 12 等分，作出 12 条素线，然后与作法 1 相同，求出截交线上各点在展开图上的位置（例如点 A_1），完成展开图。

例 8：试作一圆锥台表面的展开图（图 17-10）。

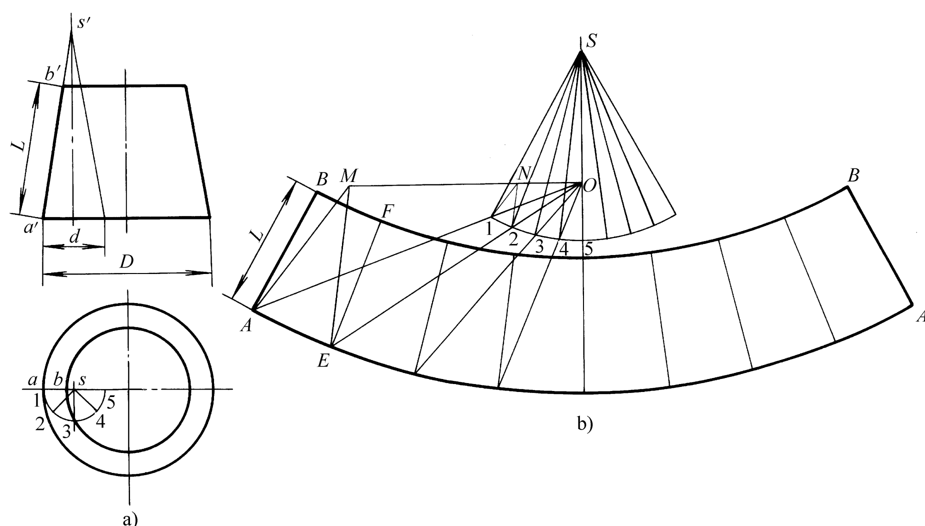


图　17-10

本例中圆锥的顶点在图幅外，按上例作图有一定困难，故采用相似辅助小圆锥作图。

作图步骤：

（1）作一个与原圆锥（底圆直径为 D）相似的辅助小圆锥（底圆直径为 d）。选择 d 值，使比值 $K = \frac{D}{d}$ 为整数（图 a）。

（2）将辅助小圆锥底圆等分（现为 8 等分），按上例的方法作展开图（图 b）。

（3）按放大倍数 K，作辅助小圆锥面展开图的放大图，完成作图（图 b）。

放大图的作图步骤：

（1）在小扇形的分角线 $S5$ 上任取一点 O。

（2）作直线 $O1$，定点 A，使 $\frac{1A}{O1} = K$（利用比例作图：取 $ON = d$、$NM = D$，作 $MA /\!/ N1$）。

（3）过点 A 作 $AB /\!/ S1$，并取 $AB = L$（圆锥台母线长），在展开图上得素线 AB。

（4）作直线 $O2$，定点 E，使 $\frac{2E}{O2} = K$，并过 E 作 $EF /\!/ S2$，且取 $EF = L$，得素线 EF。

（5）类似地作其余各素线，并将素线端点顺序光滑地连接起来，即得圆锥台的展开图 $AABB$。

例 9：作具有公共对称面（平行于 V 面）的圆柱与圆锥相贯体的表面展开图（图 17-11）。

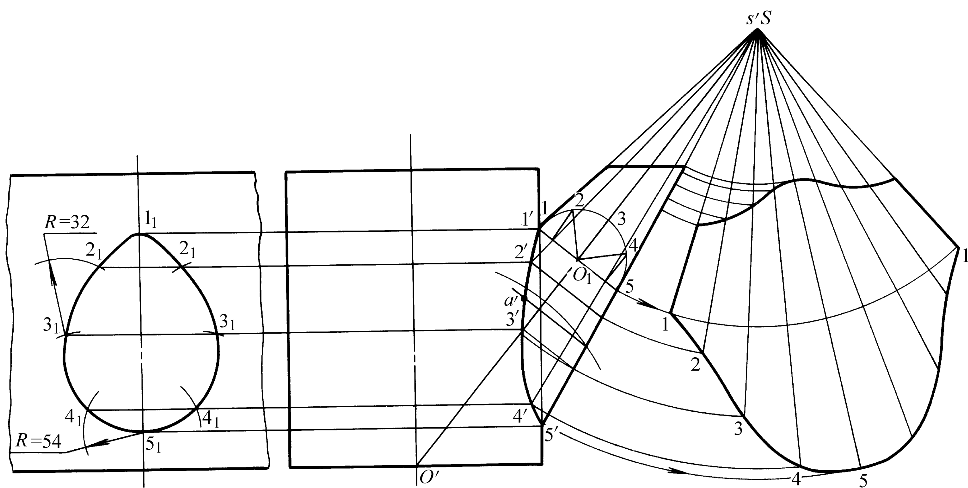


图　17-11

作图步骤：

（1）用辅助球面法，求出两立体相贯线上的点（图中只表示出求点 A 的 V 投影 a'的作图过程），作出相贯线的 V 投影。

（2）作圆锥面的圆截面（圆心为 O_1），并将其等分（现为 8 等分），过各分点作素线。

（3）以圆截面为底圆，作圆锥面的展开图（扇形 $S11$）。

（4）底圆以上的截交线和底圆以下的相贯线上的各点，按所在素线，求出其在展开图上的位置，完成圆锥面的展开图。

（5）作圆柱面的展开图。为此，过 $1'$ 至 $5'$ 各点，分别作水平线，其中过 $1'$、$5'$ 的水平线与铅垂线 $1_1 5_1$ 交于 1_1、5_1。以 5_1 为圆心、54（弦长）为半径作圆弧，与过 $4'$ 点的水平线交于 4_1（两点）。

（6）类似地作出 3_1、2_1（均有两点），并依次用曲线板光滑连接 1_1、2_1、3_1、4_1、5_1 各点，即得圆柱面上相贯线的展开图。

例 10：作三通管（各管间的相贯线均为平面曲线）的表面展开图（图 17-12）。

1. 作圆柱管表面的展开图

圆柱管Ⅰ、Ⅱ（Ⅲ与Ⅱ相同）为直圆柱，其端面圆展开后为一直线，素线与其垂直，根据正投影图，在展开图的相应素线上，截取素线长度，即可作出展开图，如图 b、c 所示。

2. 作圆锥管表面的展开图

作图步骤：

（1）在 V 投影上求出锥顶 s'，并取锥的底圆（圆心 V 投影为 o'）。

（2）以锥顶 S（图中 S 与 s'重合）为圆心，以圆锥母线长 $S1$（$=s'1$）为半径作圆弧。

（3）根据扇形角作出扇形，并将扇形角 12 等分，作出 12 条素线。

（4）求各素线在两相贯线之间那段的实长，并在展开图的相应素线上作出各段实长，将各端点顺次光滑连接，完成展开图（图 d）。

右边圆锥管的表面展开图与左边的相同。

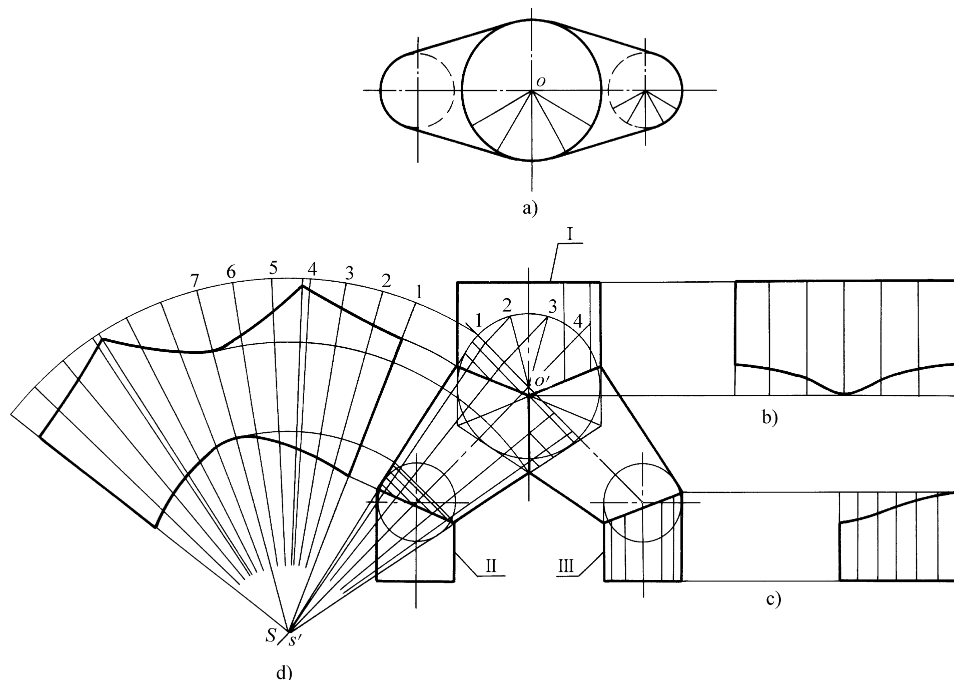


图　17-12

例 11：作以 1234 为脊线（空间曲线）的切线曲面（脊线至曲面的 H 面迹线之间部分）的展开图（图 17-13）。

采用三角形法作图。

作图步骤：

（1）将空间曲线分为若干段（现为 3 段，即 12、23、34）。

（2）过各分点作曲线的切线 $1A$、$2B$、$3C$、$4D$，将曲面分为两个三角形 $AB1$、$D34$ 和两个四边形 $BC21$、$CD32$。

（3）连接四边的对顶点 B、2 及 C、3，将两个四边形分为四个三角形。共有六个三角形，每个三角形中的曲线边用直线代替。

（4）求各三角形边的实长，并依次画出各三角形，得展开图。

例 12：试作五角星表面的展开图（图 17-14，图 17-15）。

图 17-14a 为一个已知 R、$r=0.38196R$、$H=0.618R$ 的典型凸五角星（$a54d$，$b15e$ 等为一直线）。这样的五角星其表面展开后为一个完整的平面五角形（图 b）。展开图上的尺寸如下：

$$R_0=a2 \qquad r_0=a1 \qquad AB=a3$$

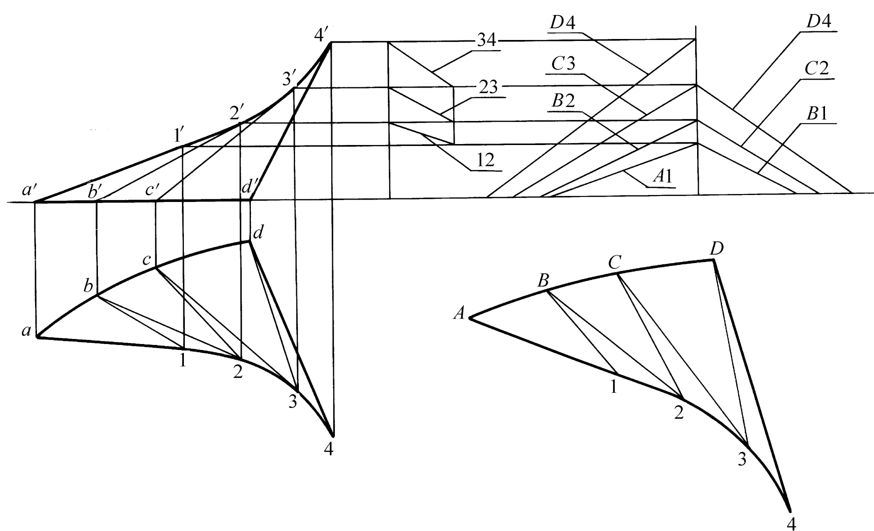


图 17-13

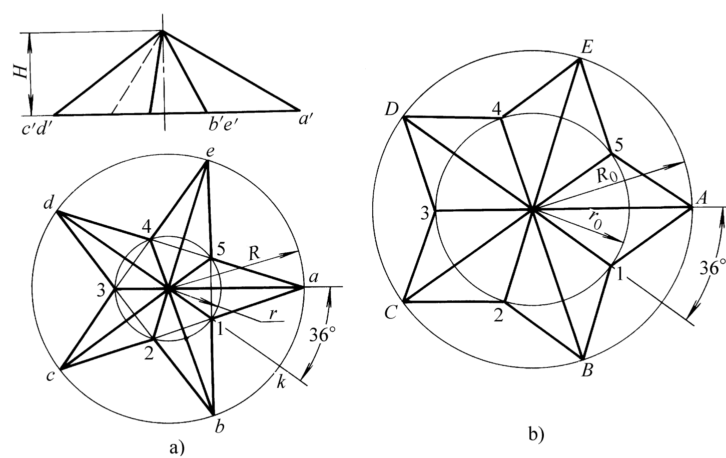


图 17-14

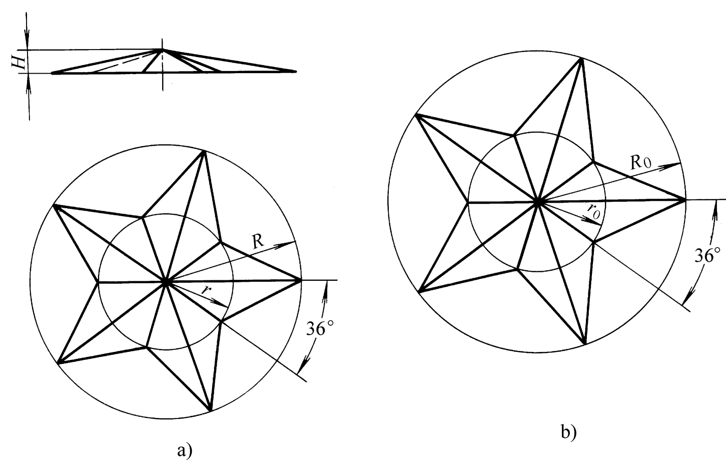
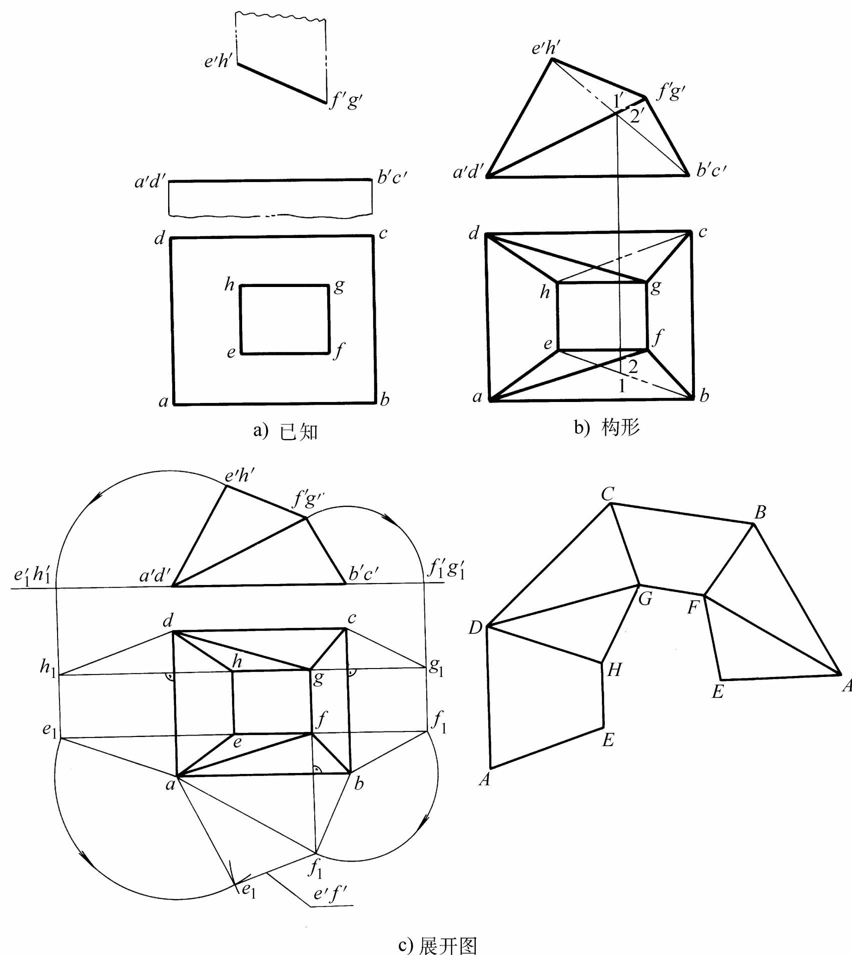


图 17-15

图 17-15a 为一个已知 R、$r=0.5R$、$H=0.162R$ 的矮胖形凸五角星的一种。这样的五角星，其表面展开后仍为一个完整的平面五角形（图 b）。展开图上的尺寸如下：

$$R_0=1.013R \qquad r_0=0.525R$$

例 13：已知上、下管口均为长方形，且所在平面不平行（一个为正垂面，另一个为水平面），试以平面过渡，作过渡体及其表面的展开图（图 17-16）。



a) 已知 b) 构形

c) 展开图

图 17-16

1. 构形（图 b）

由于 AD、EH、BC、FG 均为正垂线，故左、右可用两个正垂面构形。前面的 AB、EF 及后面的 HG、DC 均为两交叉直线，不能用一个平面，而需用两个平面构形。其方案有二（以前侧面为例，后侧面与其对称）。

方案 1：连接 A、F 用 AEF 和 ABF 两个三角形构形。

方案 2：连接 B、E（图中用双点划线连接），用 ABE 和 BEF 两个三角形构形。

由比较重影点 1、2 可知，1 点的 Y 坐标大于 2 点的 Y 坐标，所以比较两个方案，前者为凹型。后者为凸型。前者的容积小，后者的容积大。可根据实际情况选用一种方案。今选

用凹型。

2. 作展开图（图 c）

作图步骤：

（1）分别以 AD、BC 为旋转轴，用绕垂直轴旋转法，求出左、右侧面的实形 $adhe_1$ 和 bcg_1f_1。

（2）将△ABF 以 AB 为轴旋转，得实形 abf_1，并求出△AEF 的实形 ae_1f_1，则得前侧面的实形 abf_1e_1（后侧面的实形与此实形相同）。

（3）画出整个过渡体表面的展开图。

例 14：已知上圆、下椭圆，且所在平面相互平行的管口，试以切线曲面过渡，作过渡体及其表面的展开图（图 17-17）。

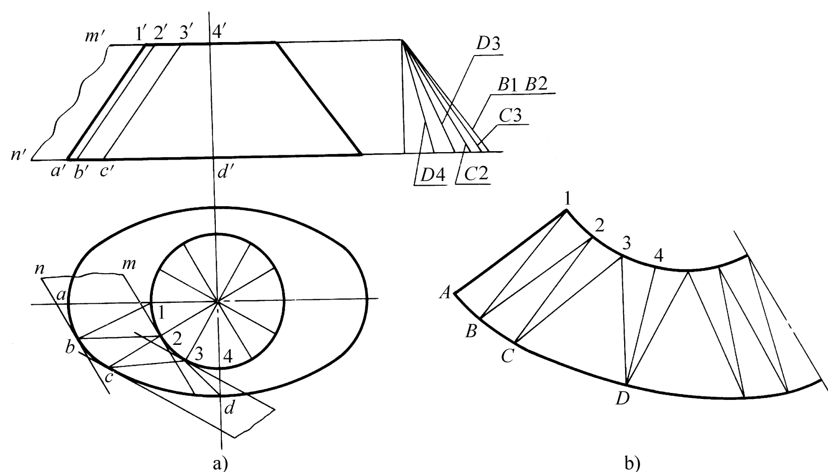


图 17-17

1. 构形

将圆 12 等分。过各分点，如点 2，作圆的切线 $2M$。作 $2M$ 的平行线与椭圆相切，得切线 BN，则 $2B$ 是切线曲面的一条素线。类似地可作出素线 $3C$ 等（其中素线 $1A$、$4D$ 可直接画出）。由这些素线即可构成一个切线曲面。

2. 作展开图

由于曲面前后、左右均对称，所以只要作曲面的 1/4（如 $1AD4$）展开图即可，其作图步骤如下：

（1）将 $1AD4$ 的三个四边形分成六个三角形。

（2）分别求各三角形的实形，如求出实长 $B2$、$C2$，并以弦 BC 代替弧 BC，即可作出△$2BC$ 等等。

（3）将各个三角形依次拼合，即得曲面 1/4 的展开图 $1AD4$。

例 15：已知上、下管口均为椭圆，且椭圆所在平面均为正垂面（椭圆的 H 投影均为圆），试以切线曲面作过渡体及其表面的展开图（图 17-18）。

作图步骤：

（1）将下口椭圆的 H 投影——圆 12 等分（图中只画出其中的 6 等份）。

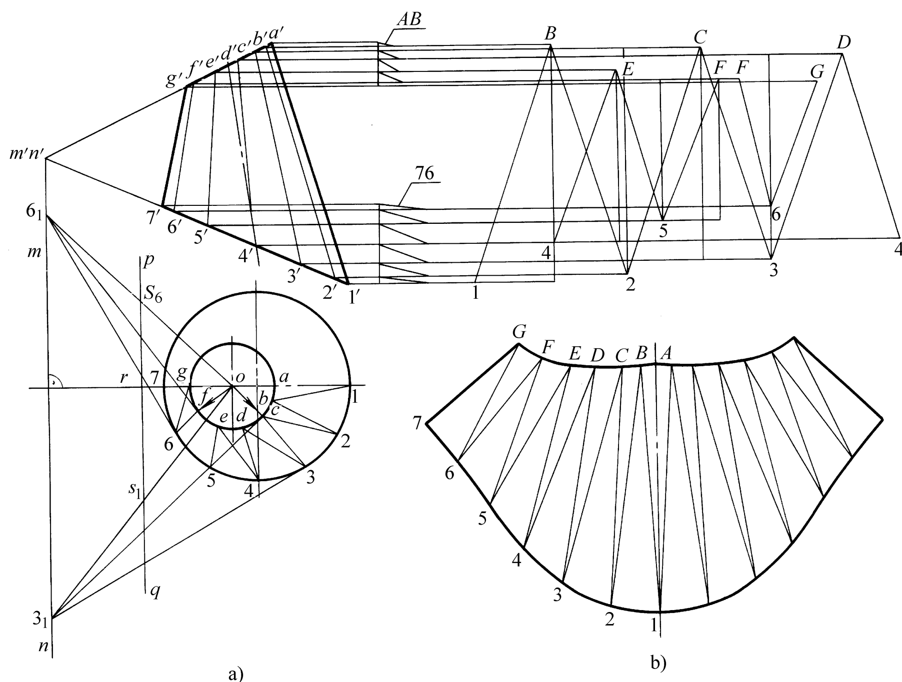


图 17-18

（2）求出上、下口平面的交线 MN（mn，$m'n'$）。

（3）过各分点，如点 3（3，3′），作下口椭圆的切线，其 H 投影为过点 3 与下口椭圆的 H 投影（圆）相切的直线 33_1，其 V 投影积聚在 $1'7'$上。33_1 与 mn 交于点 3_1。

（4）在点 o 至 mn 的垂线上取中点 r，并作 $pq /\!/ mn$。

（5）连 o，3_1，则 $o3_1$ 与 pq 交于点 s_1。

（6）以 s_1 为中心，s_1o 为半径作圆弧，与上口的 H 投影交于点 c（点 c 也可用三角板，直接自点 3_1 作上口 H 投影——圆的切线求得）。

（7）连 3、c、3′、c'，即得一条素线 $3C$（$3c$，$3'c'$）。

（8）类似地求出其余各素线 $2B$、$4D$、$5E$、$6F$ 等（$1A$、$7G$ 可直接获取）。

（9）将相邻两条素线间的四边形分隔成两个三角形，求各三角形边的实长，作出各三角形的实形，并将其依次拼合，即可作出展开图（图 17-18b）。

例 16：已知两管口为直径不等的圆，且圆所在平面相互垂直（大圆平行于 H 面，小圆平行于 W 面），试以切线曲面过渡，作过渡体（图 17-19）。

本例与上例基本上是一样的，所不同的是上例两个管口均在 H 投影面上投影为圆，而本例两个管口分别在 H 和 W 投影面上投影为圆。作出了素线，等于作出了过渡体，作素线投影的步骤如下：

（1）将底圆 12 等分（图中只画出 12 等份中的三等份）。

（2）过分点，如点 3 的 H 投影点 3，作底圆 H 投影的切线 33_1。

（3）作点 3_1 的侧面投影 $3_1''$，并自 $3_1''$ 作小圆侧面投影——圆的切线 $3_1''c''$。

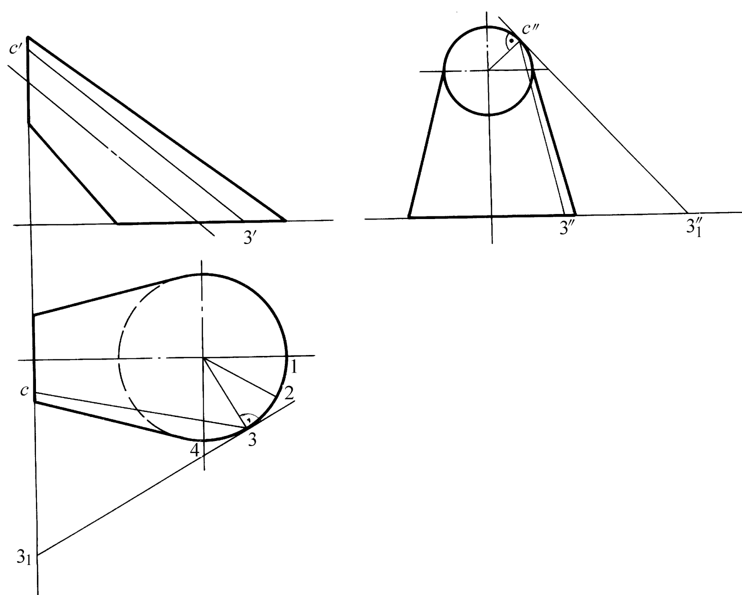


图　17-19

（4）作点 3 的 V 投影 $3'$。作点 C 的 H 和 V 投影 c、c'；并将各同面投影相连，即得一条素线 $3C$（$3c$，$3'c'$，$3''c''$）。

（5）类似地可以作出各素线，由这些素线构成切线曲面，即为所求的过渡体表面。

例 17： 已知上口是空间曲线（H 投影为椭圆），下口为圆（在水平面上），试以切线曲面过渡，作过渡体（图 17-20）。

本例与例 15 的作图方法相同，下面只说明切线曲面素线的画法。

作图步骤：

（1）过各分点，如点 2 的 V 投影 $2'$ 作空间曲线 V 投影的切线 $2'm'$，与底圆的 V 投影交于点 m'。

（2）过 m' 作 $m'm$ 垂直于 X 轴。

（3）过分点 2 的 H 投影 2，作空间曲线 H 投影的切线，与 $m'm$ 交于 点 m。

（4）过 m 向底圆的 H 投影作切线 mb，得切点 b（图中 o_1 为 om 的中点），则 $2B$（$2b$，$2'b'$）即为一条素线。

（5）类似地可以作出各素线，由这些素线构成切线曲面，即为所求的过渡体表面。

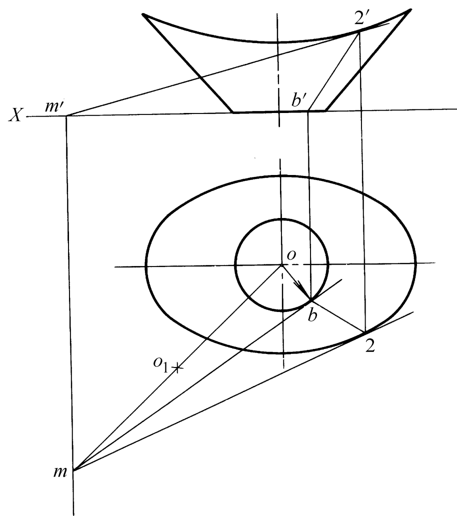


图　17-20

例 18： 已知上口为圆、下口为矩形（均在水平面上），试作过渡体及其表面的展开图（图 17-21）。

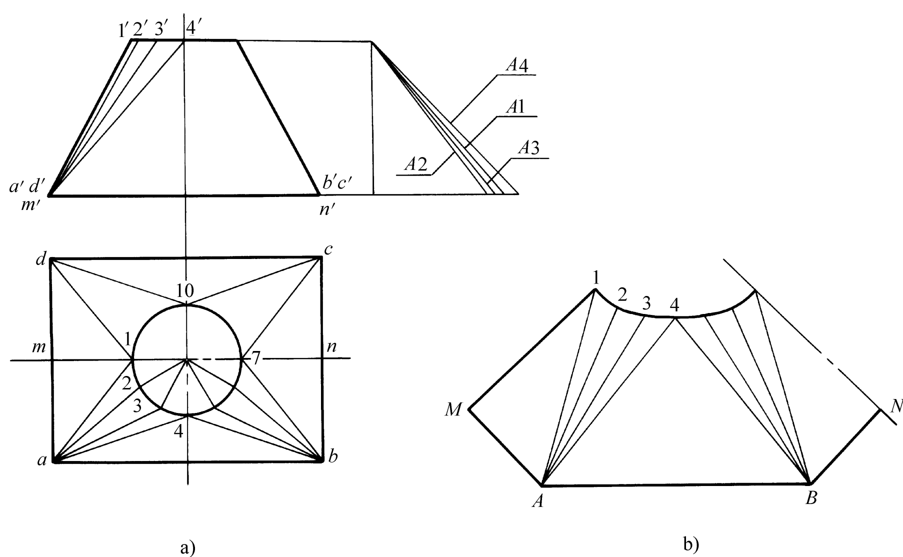


图 17-21

解：由于下口为矩形，利用切线曲面的作图原理，在上口平面上作与矩形各边平行的直线与上口的圆相切，得切点 1、4、7、10。这样可将过渡体分解为四个平面三角形 *AB*4、*BC*7、*CD*10、*DA*1，以及分别以 *A*、*B*、*C*、*D* 为顶点的四个斜椭圆锥面(局部的)(图 17-21a)。

作出四个三角形的实形及四个部分斜椭圆锥面的展开图（作法参阅例 6 图 17-8），并依次拼合，即可得整个过渡体的展开图（图 17-21b）。

例 19：已知上口为椭圆（在正垂面上，椭圆的 *H* 投影为圆），下口为矩形（在水平面上），试作过渡体及其表面的展开图（图 17-22）。

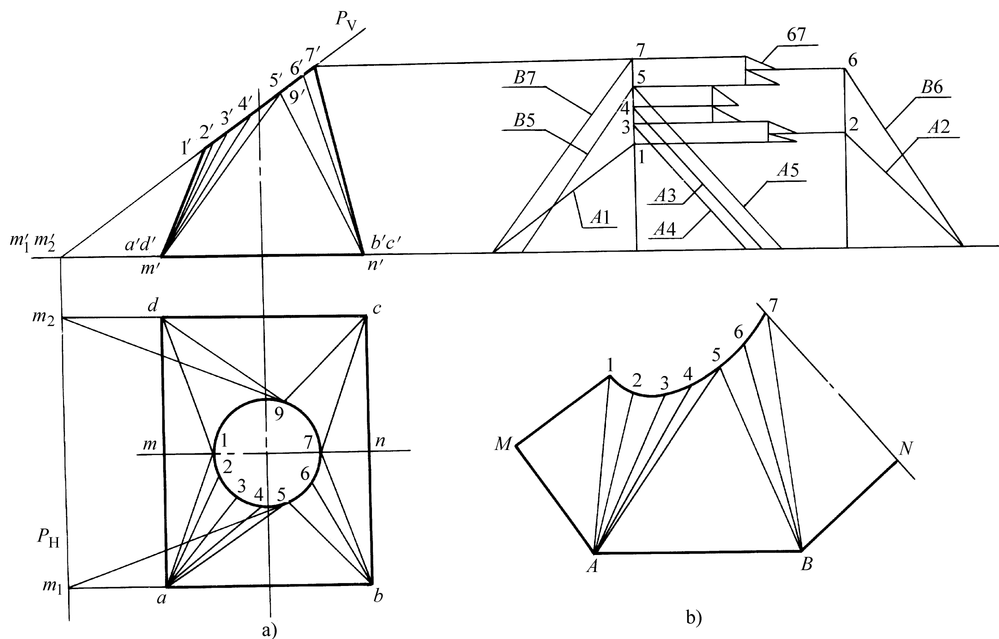


图 17-22

作图步骤：

（1）作上、下口平面的交线 P_H。

（2）作 AB 与 P_H 的交点 M_1（m_1，m_1'）。

（3）自 m_1 作上口 H 投影（圆）的切线 m_15，得切点 5（5，5′）。

（4）类似地，作出切点 9（9，9′）。切点 1、7 在对称面上，可直接求出。

（5）将矩形的各个顶点与相近的两切点相连，得四个三角形 $AB5$、$BC7$、$CD9$、$DA1$，及四个以 A、B、C、D 为顶点的四个斜锥面（局部的）。

（6）作三角形和斜锥面的展开图，即可得过渡体的展开图（图 17-22b）。

17.2 不可展曲面近似展开的一些实例

不可展曲面的近似展开图，常用三角形法、柱面法、锥面法绘制。

用这三种方法作不可展曲面的近似展开图时，是将不可展曲面划分成若干小块，并用与其逼近的三角形、可展的柱面或锥面（通常是圆柱面、圆锥面）代替，作出各块的实形，并依次拼合画出展开图。

例 1：已知球的直径 D，试作球面的展开图。

作法 1：柱面法

如图 17-23 所示，将球面沿子午面分为 m 等，如 12 等分（瓣），每一瓣用外切圆柱面代替，作出 1/12 球面的近似展开图，并以此为模板，即可作出其余各等分的展开图。

作图步骤：

（1）将球面沿子午面 12 等分，并将其中一等份的 1/2 用圆柱面（如 NAB）代替。

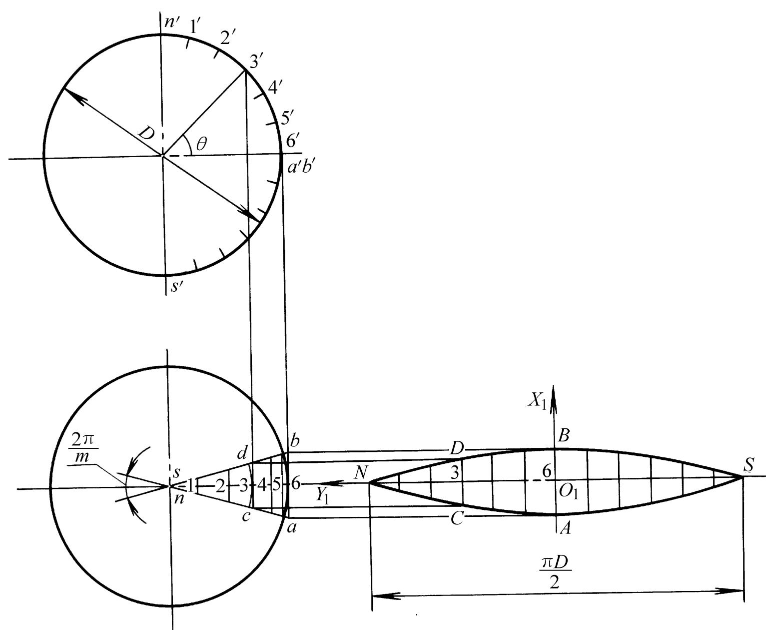


图 17-23

（2）作直线 $NS=\frac{\pi D}{2}$，并将其 12 等分（图中标出各分点 N、3、6、S 等）。

（3）过分点（如 3、6 等）作垂线，垂直于 NS，并在各垂线上量取相应的长度，如在过点 6 的垂线上，量取 $B6=b6$、$6A=6a$；在过点 3 的垂线上，量取 $D3=d3$、$3C=3c$；得点 D、B、C、A 等。

（4）顺次光滑地连接各点，即得 1/12 球面的近似展开图。

每一瓣展开图曲线上的点，若用计算法确定，求其坐标的方程如下：

在展开图上，设 $O_1X_1Y_1$ 坐标系。展开图曲线上任一点，如 D 点，其坐标为 x_1、y_1。若按切线（如过点 3 的切线 CD）之长展开，则有

$$\begin{cases} x_1 = \pm\frac{D}{2}\cos\theta\tan\frac{\pi}{m} \\ y_1=\frac{D}{2}\theta \end{cases}$$

其中：$-\frac{\pi}{2}\leqslant\theta\leqslant\frac{\pi}{2}$。

若按弧长展开，则有

$$\begin{cases} x_1 = \pm\frac{\pi}{m}\frac{D}{2}\cos\theta \\ y_1=\frac{D}{2}\theta \end{cases}$$

其中：$-\frac{\pi}{2}\leqslant\theta\leqslant\frac{\pi}{2}$

作法 2：锥面法

如图 17-24 所示，将球面沿纬线划分成若干块，如 9 块，再作各块的展开图。

作图步骤：

（1）沿纬线将球面划分为若干块（块数视球的大小而定，现为 9 块）。

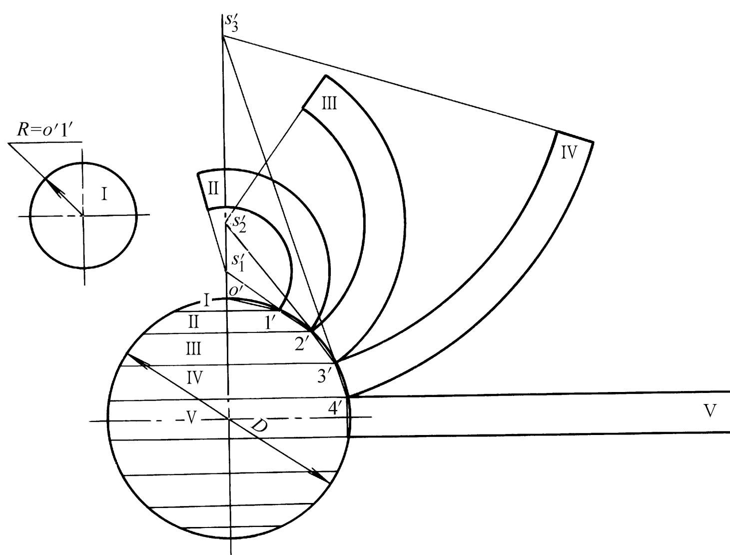


图　17-24

（2）将包含赤道的一块（V）用内接球面的圆柱面代替，作圆柱面 V 的展开图。

（3）以 $R=c'1'$为半径作圆，得极板（1）的展开图。

（4）Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ各块（下半球与其对称也有三块），分别用内接球面的圆锥面代替，作圆锥面的展开图。现以锥台Ⅳ为例，其作法是：连4′、3′，4′3′直线与铅垂中心线交于点s_3'。以s_3'为圆心$s_3'4'$（圆锥母线实长）为半径，作锥Ⅳ表面的展开图（图中只画出一半）。

（5）类似地作锥台Ⅱ、Ⅲ表面的展开图。

在生产实践中尚有一些经验展开法，下面介绍两种作法。

作法 3：

如图 17-25 所示，将 V 投影上的圆弧（如右边的圆弧）5 等分，得分点 0′、1′、2′、3′、4′、5′；过分点 1′作极板，并将极板以下的球面沿子午面 6 等分（瓣）。

极板的展开图为一圆，其半径 $R=0'1'$（图 17-25c）。

6 瓣之中一瓣的展开图，其作图步骤如下（图 17-25a、b）。

（1）作各分点的 H 投影 2、3、4；以 0 为圆心，0 至 2、3、4 各点的距离为半径，作圆弧 b、c、d（图 17-25a）。

（2）过 1′、2′、3′、4′分别作圆弧的切线，与铅垂中心线交于 o_1、o_2、o_3、o_4 各点（图 17-25a）。

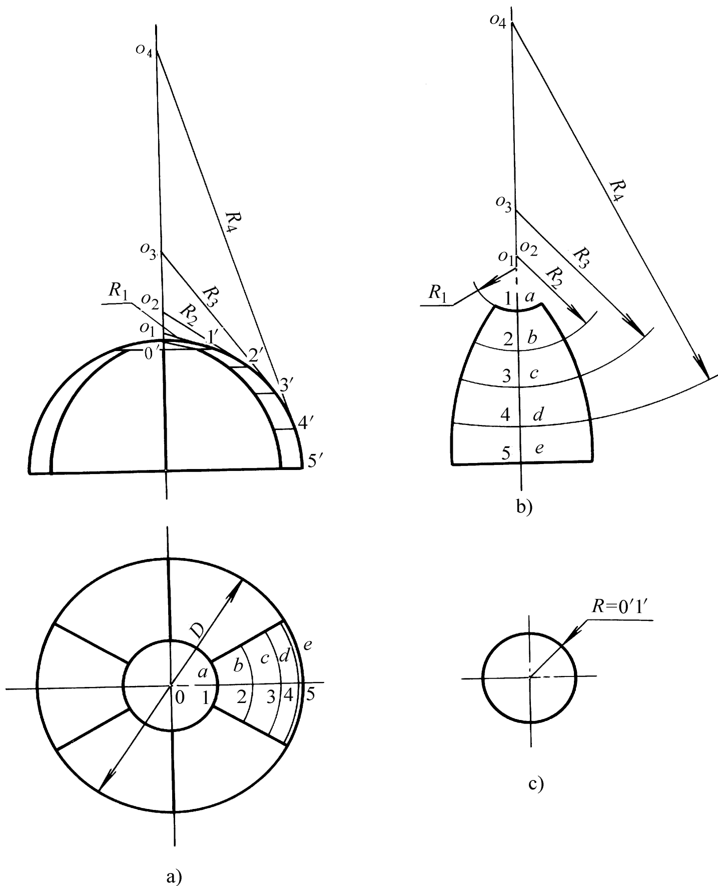


图 17-25

（3）作一铅垂线，在此垂线上自上而下，依次量取 $12=\overset{\frown}{1'2'}$、$23=\overset{\frown}{2'3'}$、$34=\overset{\frown}{3'4'}$、$45=\overset{\frown}{4'5'}$（图 17-25b）。

（4）以 1 为圆心、R_1 为半径，在垂线上截得点 o_1；类似地得点 o_2、o_3、o_4（图 17-25b）。

（5）分别以 o_1、o_2、o_3、o_4 为圆心，相应地以 R_1、R_2、R_3、R_4 为半径画圆弧（图 17-25b）。

（6）分别在各圆弧上取弧长 a、b、c、d 等于 H 投影上相应的弧长 a、b、c、d（图 17-25b）。

（7）过点 5 作直线，并取其长度 $e=\overset{\frown}{e}=\dfrac{\pi D}{6}$（图 17-25b）。

（8）完成一瓣球面的展开图（图 17-25b）。

作法 4：

作图步骤（图 17-26）：

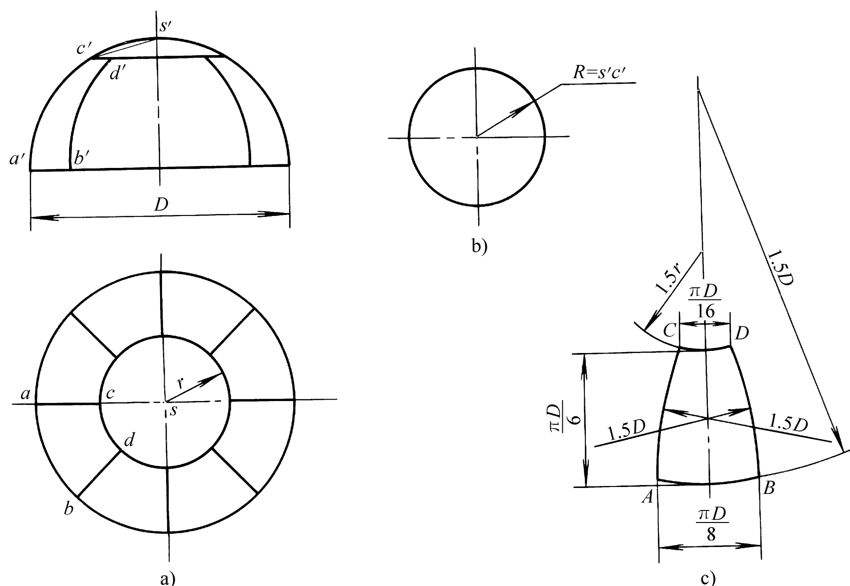


图 17-26

（1）作水平截面得极板，使截口圆的半径 $r=\frac{1}{4}D$（图 17-26a）。

（2）将极板以下的球面用子午面 8 等分（图 17-26a）。

（3）以 $s'c'$为半径，作极板的展开图，得圆（图 17-26b）。

（4）作其中一瓣球面的展开图（图 17-26c）。

例 2：已知 D、R 及 θ，作圆环弯头的展开图（图 17-27）。

圆环面为不可展曲面，可用圆柱面法作近似展开图。

作图步骤：

（1）将圆心角 θ 分为若干等分，如 3 等分，得分点 0、1、2、3（图 17-27b）。

（2）过四条辐射线与内、外圆弧及中心圆弧相交，过交点作圆弧的切线，得四节截圆柱（图 17-27b）。

（3）连接截圆柱对应轮廓线的交点（如点 a、b），得相邻两截圆柱的相贯线的投影（如 ab），完成投影图（图 17-27b）。

（4）将截圆柱每隔一节旋转 180°，得一整圆柱（图 17-27c）。

（5）计算半节高 h 和整圆柱高 H：

$$h=R\tan\frac{\theta}{2n} \qquad\qquad H=2n\times h$$

式中　n 为圆心角的等分数。

（6）作整圆柱面的展开图（矩形），尺寸为 $H\times\pi D$（图 17-27d）。

（7）计算 r，$r=\frac{D}{2}\tan\frac{\theta}{2n}$。

（8）以 r 为半径作辅助半圆，并将其6等分，同时将周长（πD）12等分，作出截交线的展开图，得截圆柱Ⅰ的展开图（图17-27d）。

（9）类似地作出其余各节的展开图，完成全部展开图（图17-27d）。

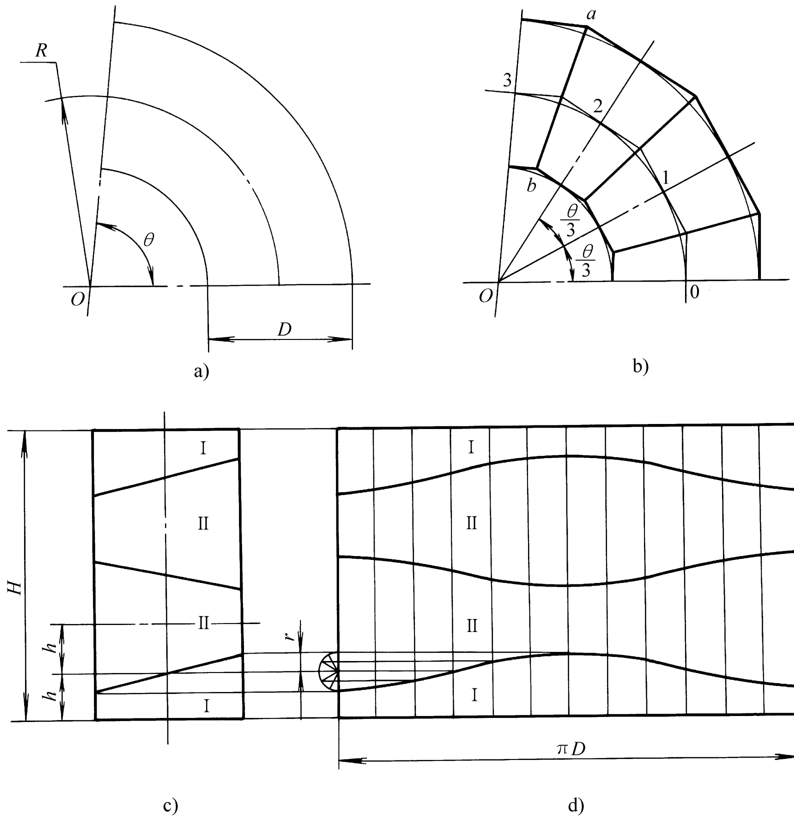


图 17-27

例3：已知 D、d、R 及 θ，作渐缩圆管弯头的展开图（图17-28）。

渐缩圆管弯头是球心在弯头曲率中心线上、直径均匀缩小的各球面的包络面，俗称牛角弯，是不可展曲面，可用圆锥面法作近似展开。

作图步骤

（1）将圆心角 θ 分为若干等份，如3等份，得分点0、1、2、3（图17-28a）。

（2）过各分点作弯头曲率中心线的切线，得各节圆锥的轴线，并得交点 o_1、o_2、o_3（图17-28a）。

（3）计算半节高 h 和圆锥台总高 H：

$$h = R\tan\frac{\theta}{2n} \qquad\qquad H = 2n \times h$$

式中 n 为圆心角等分数。

（4）根据总高 H、直径 d 和 D，作圆锥台（图17-28b）。

（5）过 o_1、o_2、o_3 向锥台的轮廓线引垂线，得垂足 A、B、C，则 o_1A、o_2B、o_3C 为圆锥台内切球的半径（图17-28b）。

（6）将三个内切球分别移到图 17-28a 上，其结果如图 17-28c 所示。

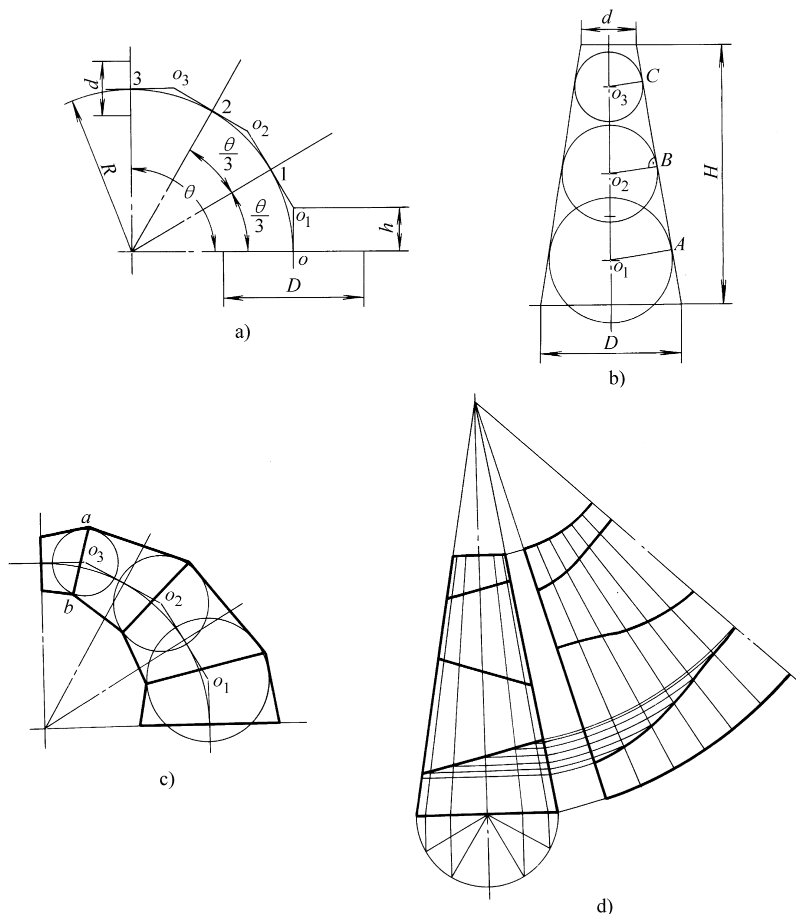


图　17-28

（7）由两端面圆直径的端点，向邻近的球 o_1、o_3 作切线，同时作两相邻球的公切线，得各节圆锥的轮廓线（图 17-28c）。

（8）连接截圆锥对应轮廓线的交点（如点 a、b），得相邻两截圆锥相贯线的投影（如 ab），完成投影图（图 17-28c）。

（9）将相贯线移到圆锥台上，（每隔一节旋转 180°）（图 17-28d）。

（10）作圆锥台的展开图，即为渐缩圆管弯头的近似展开图（图 17-28d）。

例 4：作柱状面的展开图（图 17-29）。

本例是以一个水平圆和一个侧平圆为曲导线，并以 V 面为导平面的柱状面，可用三角形法展开。

作图步骤：

（1）将两导线均分为 12 等份，作出 12 条素线的投影，将曲面分为 12 小块（图中只画出其中的 6 块）（图 17-29a）。

（2）将每一小块——四边形，划分成两个三角形（图 17-29a）。

（3）求出各对顶点连线的实长（图 17-29b），并将导圆上的弧用弦代替，依次画出三角

形，即得展开图（图 17-29c）。

本例也可以两圆为管口，以可展的切线曲面构形，然后作展开图。

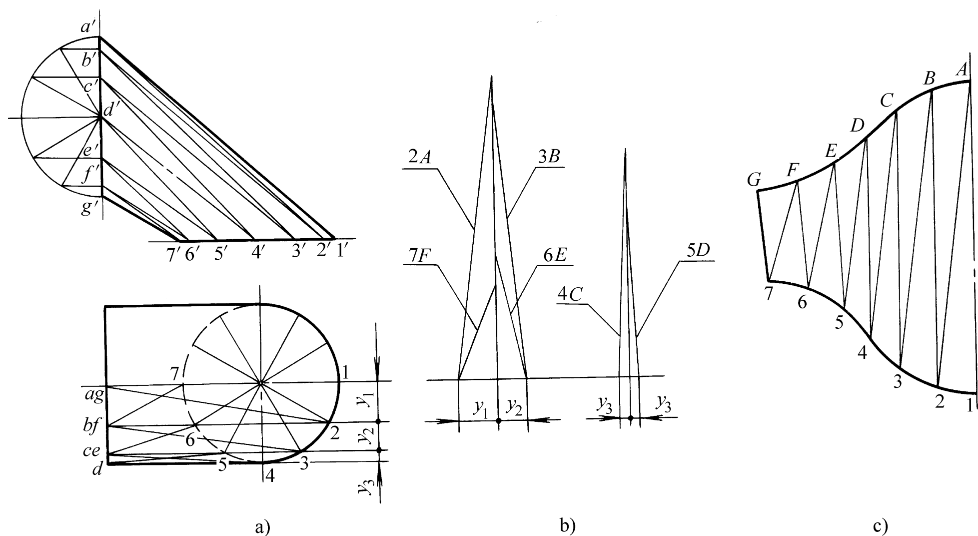


图 17-29

比较这两种曲面的构形，从结果来看，用切线曲面构形所得的制件表面较平整，但作图比用柱状面构形复杂。

例 5：作圆柱正螺旋面的展开图（图 17-30）。

正螺旋面是以直线为母线，以一螺旋线及其轴线为导线，又以轴线的垂直面为导平面的柱状面。它是不可展曲面，采用近似展开法展开。

作法 1：三角形法

作图步骤：

（1）将一个导程的螺旋面沿径向作若干等分，如 12 等分，得 12 个四边形（图 17-30a）。

（2）取一个四边形 *ABCD*，作对顶点连线，如 *AC*，得两个三角形（图 17-30a）。

（3）求三角形边的实长 *AB*、*CD*、*AC*（图 17-30a）。

（4）作出四边形的展开图 *ABCD*，并以此为模板，依次拼合四边形，作出一个导程的螺旋面的近似展开图（图 17-30b）。

作法 2：计算法

已知螺旋面外径 D、内径 d、导程 S、螺旋面宽度 h，则有：

$$L=\sqrt{(\pi D)^2+S^2} \tag{17-1}$$

$$l=\sqrt{(\pi d)^2+S^2} \tag{17-2}$$

式中 l、L 分别为内、外螺旋线一个导程的展开长度。

$$r=\frac{lh}{L-l} \tag{17-3}$$

$$R=r+h \tag{17-4}$$

$$\theta = \frac{2\pi R - L}{\pi R}180° \tag{17-5}$$

根据式（1）至式（5），即可算出 R、r 和 θ，画出展开图（图 17-30c）。

作法 3：图解法

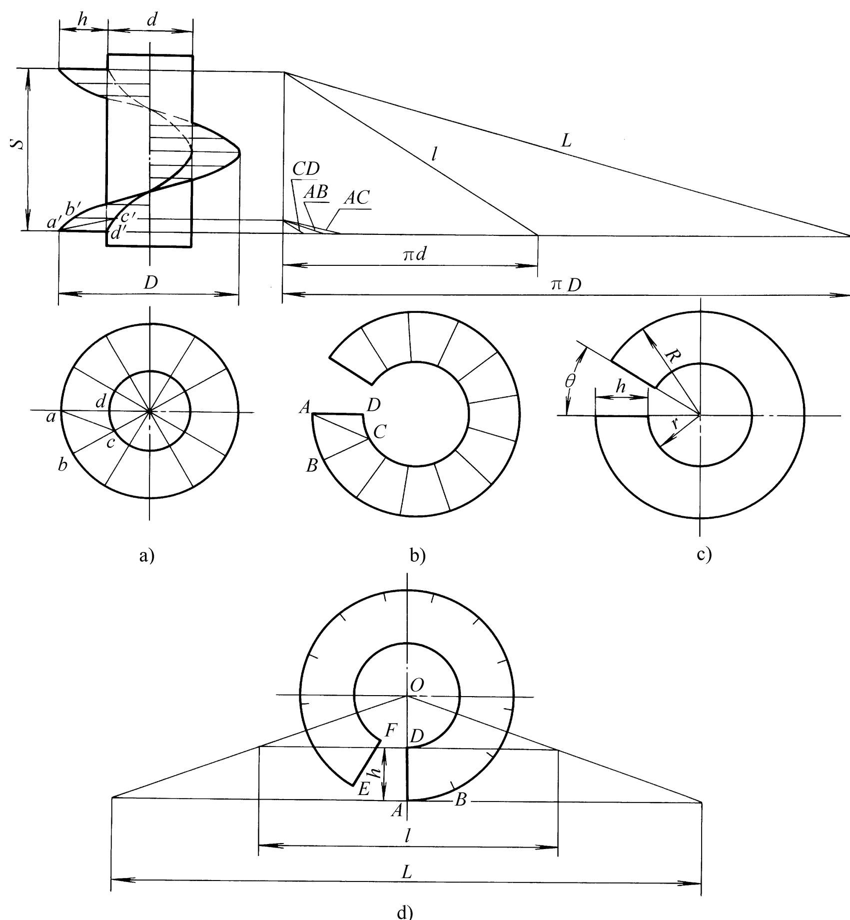


图　17-30

这里的图解法，其实质是把作法 2（计算法）求 r、R 公式中的各参数关系，用几何图形表达出来。

作图步骤：

（1）作内外螺旋线的展开图（图 17-30a）。

（2）作一等腰梯形，使其上底等于 l，下底等于 L，高等于 h（图 17-30d）。

（3）延长等腰梯形的两腰，交于点 O，以 O 为圆心、OA、OD 为半径画两个圆（图 17-30d）。

（4）用 AB（实长）在外圆上截 12 等份，得点 E，将 E 与圆心 O 相连，则得一个导程螺旋面的展开图 $ADFE$（图 17-30d）。

例 6：已知正方口连接管的 h、R、r、S，作其展开图（图 17-31）。

正方口连接管是由半径为 r、R 的内外侧面（圆柱面）和上、下侧面 $\left(\frac{l}{4}\text{导程的正螺旋面}\right)$构成。

作图步骤：

（1）作出两条螺旋线的展开长 DE、AF，得内外侧面的展开图Ⅰ、Ⅱ（图 17-31a）。

（2）将正螺旋面分为若干等份，如 4 等份（图 17-31a）。

（3）作其中一片 $ABCD$ 的展开图，为此将其分为两个三角形 ABC 和 ACD（图 17-31a）。

（4）在螺旋线的展开图上得实长 AB、DC，并求出实长 AC（图 17-31a）。

（5）根据实长作展开图 $ABCD$，其余三片与 $ABCD$ 相同，由此可得上、下螺旋面的展开图。

对于螺旋面部分，也可用上例的作法 2、3 求解。

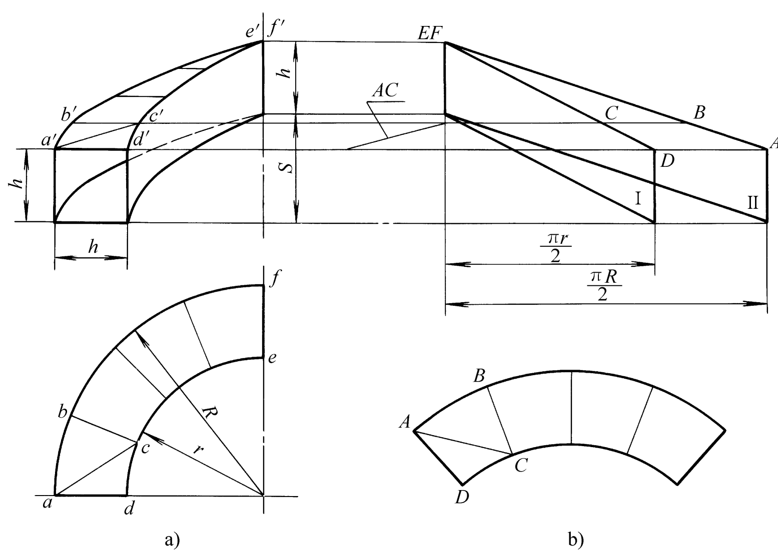


图　17-31

第 18 章　零件上倾斜表面和倾斜零件的画法

18.1　零件上单斜平面（投影面垂直面）的画法

1. 单斜面上圆的画法（图 18-1）

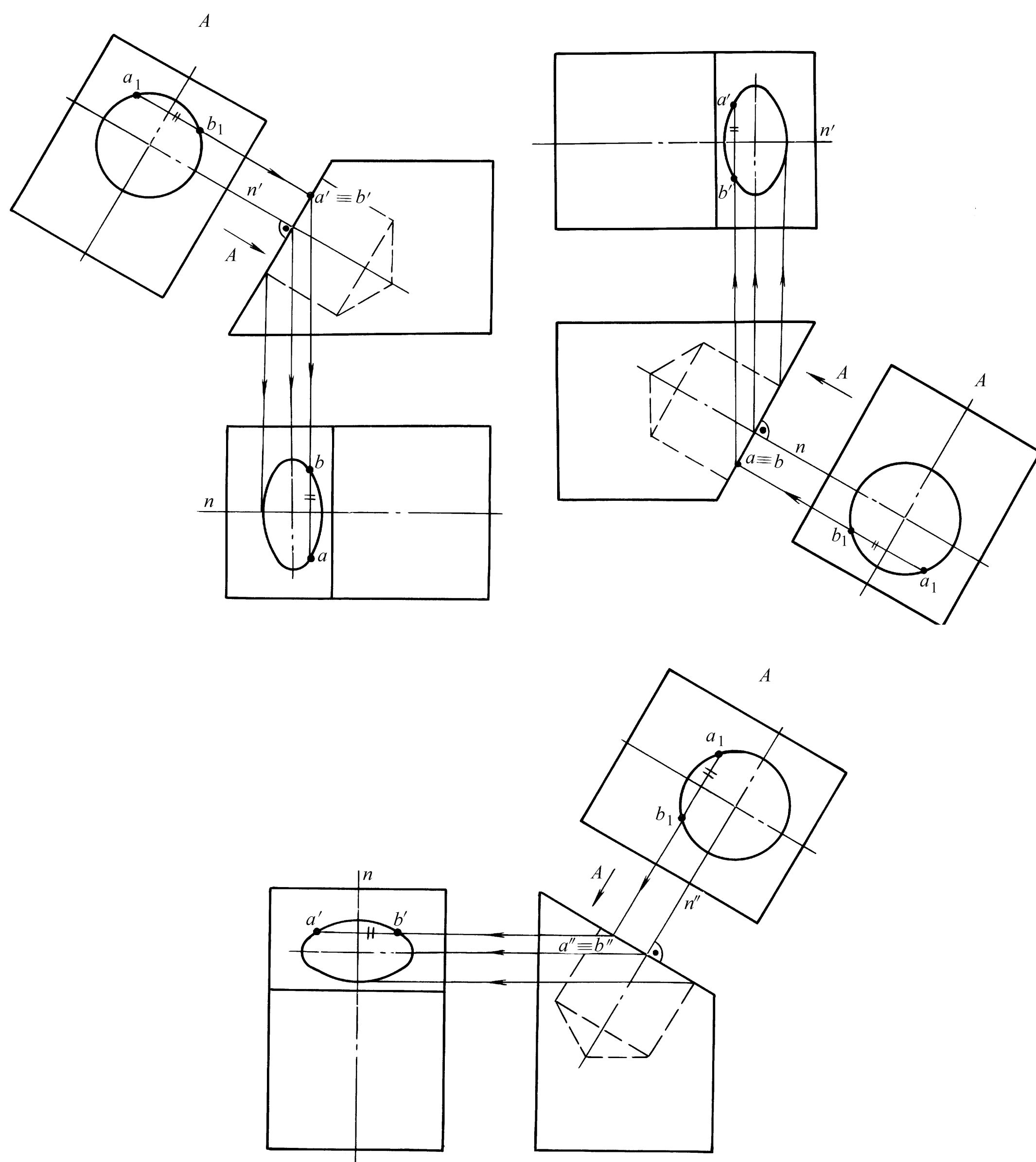


图　18-1

当已知椭圆的长、短轴时，可用四心扁圆法作图。椭圆短轴的方向与单斜面的法线（N）在该视图上的投影相重合，其长度由投影确定。长轴垂直于短轴，其长度等于圆的直径。

单斜面上的圆弧在有关视图上的投影，可用换面法由圆弧的实形视图逐点返回而求出。

2. 零件上单斜面的作图实例（图 18-2，图 18-3）

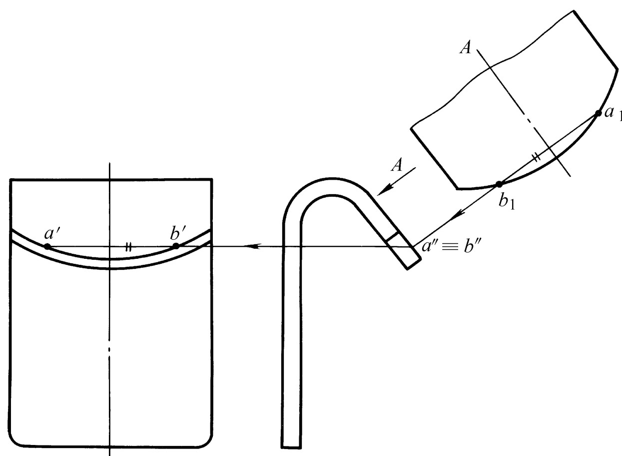


图 18-2

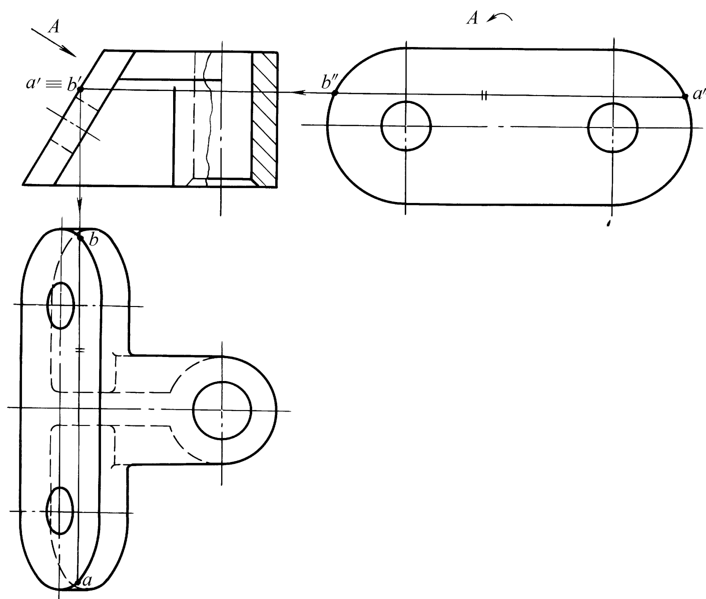


图 18-3

18.2 零件上双斜平面（一般位置平面）的画法

18.2.1 一般位置圆的投影

图 18-4 所示为位于立方体的双斜平面上圆的投影情况。椭圆的短轴与圆所在平面的法

线在该视图上的投影相重合，长轴（其长度等于圆的直径）与短轴相垂直。

在投影上已知椭圆的长轴和短轴的方向求作短轴长度的方法如下：

方法 1：利用短轴对投影面的倾角作图（图 18-5a）。

已知：AB、EF 为圆 O 的直径。$a'b'$ 和 ef 分别为其正面投影和水平投影的长轴。

作图步骤：

（1）作 $o'k' \perp a'b'$，在圆的平面上定出点 K 的水平投影 k（OK 的长度自定）。

（2）作直角三角形 $o'k'K_0$，求出 OK 对 V 面的倾角 β。

（3）在 $o'K_0$ 上截取 $o'c_0 = o'a'$。

（4）作 $c_0c' \perp o'k'$ 得点 c'，$o'c'$ 即为短半轴。

在水平投影上，由长轴 ef 确定短半轴的方法与上述类似，只是要利用短轴对 H 面的倾角。

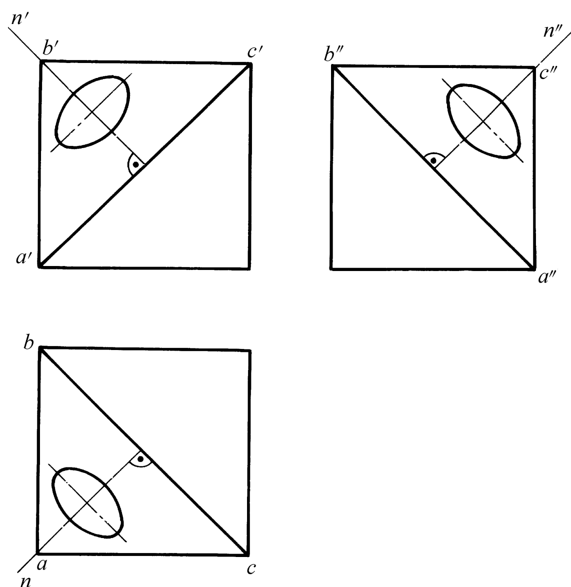


图　18-4

方法 2：利用椭圆所在平面的积聚性投影作图（图 18-5b）。

已知：条件同上。

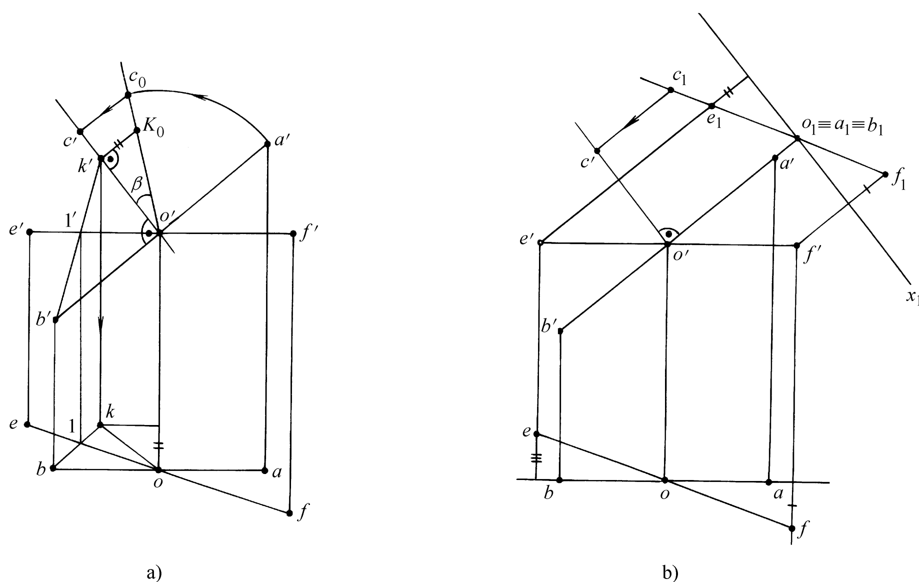


图　18-5

作图步骤：

（1）作 $x_1 \perp a'b'$。用换面法画出平面的积聚性投影 $e_1a_1f_1$，在其上量取 $o_1c_1 = o'a'$。

（2）作 $o'c' \perp a'b'$，把点 c_1 返回投影到 $o'c'$上得点 c'。$o'c'$即为短半轴。

在水平投影上，由长轴 ef 确定短半轴的方法与上述类似，只是所作 x_1 轴应垂直于 ef。

18.2.2 双斜平面的三种定位形式

（1）由一直线（AB，此处为水平线）及直线外一点（C）定位，如图 18-6 所示。图中 A—A 剖切面的迹线垂直于水平线 AB 的水平投影 ab。

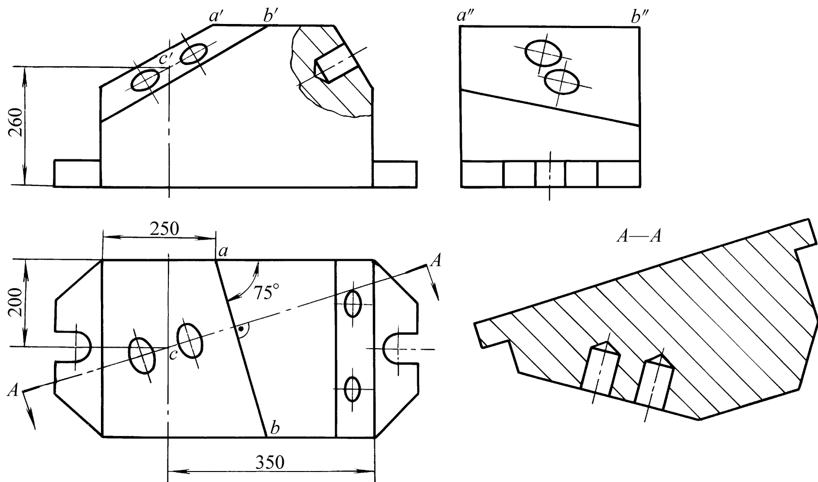


图 18-6

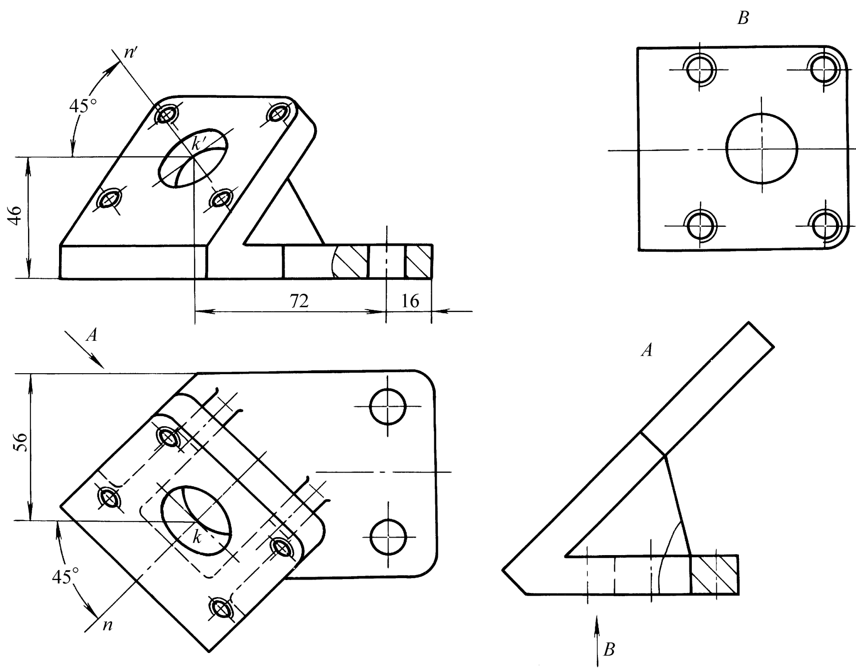


图 18-7

（2）由平面上一点（K）及该平面的法线（KN）定位，如图 18-7 所示。图中 A 向箭头垂直于双斜平面法线的水平投影，B 向箭头垂直于该平面的积聚性投影。

（3）由平面上的一直线(AB，此处为正平线)及该平面(Q)对投影面(V 面)的坡角(70°±2′)定位，如图 18-8 所示。图中 C—C 剖切面的迹线垂直于正平线 AB 的正面投影 $a'b'$。

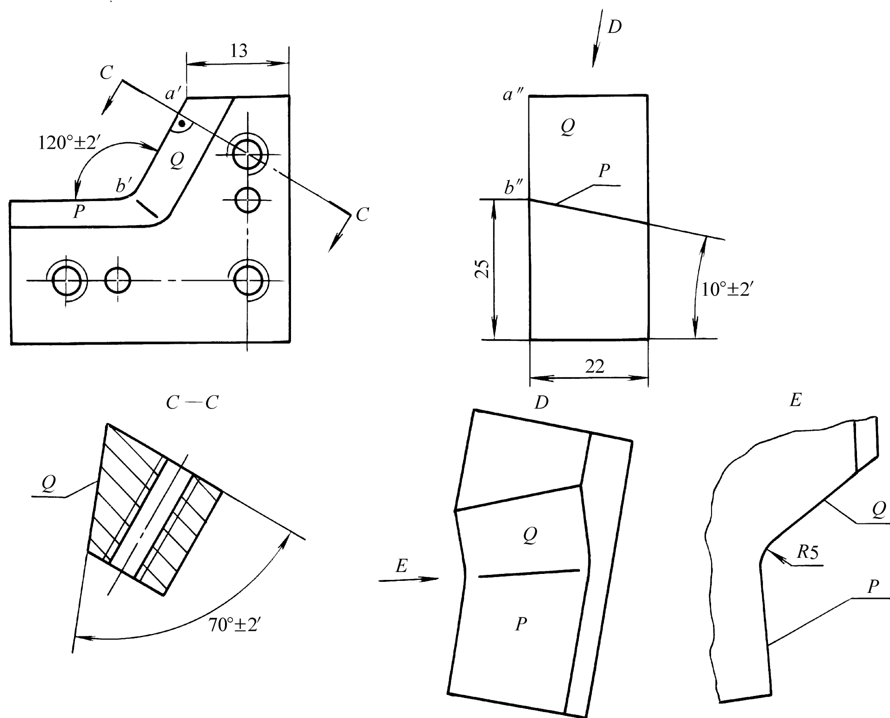


图 18-8

18.2.3 零件上双斜平面的作图实例

如图 18-9 所示，机油泵泵体上双斜平面 P 的位置由该平面上的一条水平直线（两个 ϕ10.5 孔的中心连线）及该平面对 H 面的坡角（21.5°±5′）确定。已知平面 P 的垂直平分面通过孔 ϕ15 及 ϕ12 的连心线（见俯视图）。

作图要点

（1）根据平面 P 的已知条件定出面 P 的积聚性投影 P_1（见 D—D 剖视）。

（2）画出平面 P 的实形视图（即 E 向视图）。

（3）返回原投影面体系，作出平面 P 的水平投影和正面投影。

P 面上圆 ϕ10.5 的水平投影和正面投影均为椭圆，其作图过程见图 18-10。椭圆的短轴与面 P 的法线（FN）的投影相重合，($fn /\!/ x_1$，$f'n'$ 由 f_1n_1 和 fn 定出)，水平投影椭圆短轴的长度可由投影得到（如 FG)，正面投影椭圆短轴的长度可按图 18-5 作出。

P 面与孔 ϕ12 的交线是椭圆，其水平投影是圆，正面投影仍是椭圆。可先定出此椭圆的一对共轭直径 AB 和 CD，然后作椭圆。

P 面外轮廓的水平投影及正面投影可由其实形视图（图 18-9 中 E 向），通过其积聚性投影（图 18-9 中 p_1 线）逐点作出（如图 18-10 中的 H 点）。

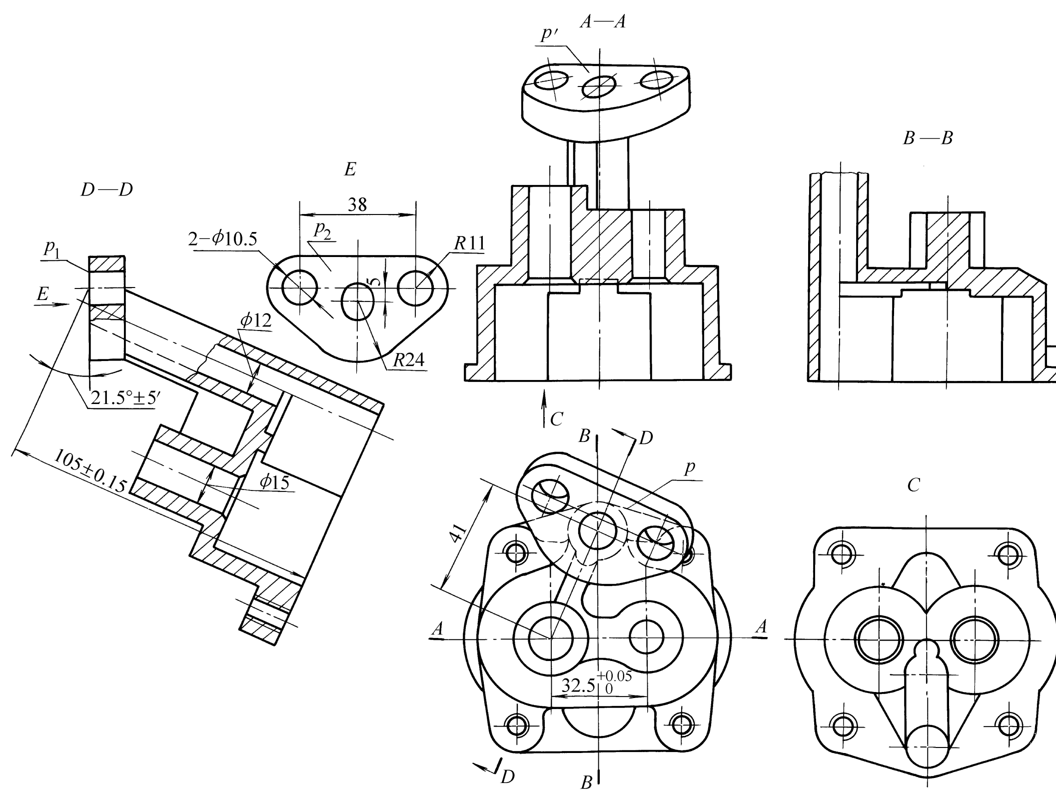

A—A
p′
B—B
D—D
E
38
2−φ10.5
p2
R11
R24
p1
E
φ12
21.5°±5′
105±0.15
φ15
C
B
D
p
41
A
A
32.5 +0.05 0
D
B
C

图 18-9

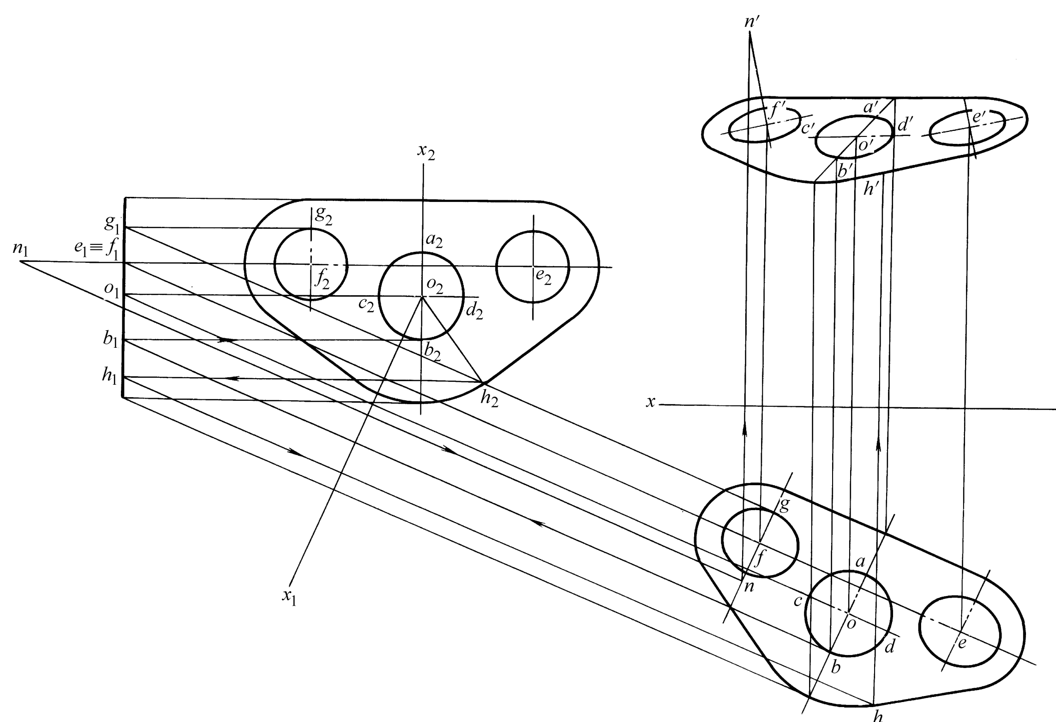

n′
f′
c′
a′
d′
e′
o′
b′
h′
x2
g1
g2
e1≡f1
n1
a2
f2
o1
o2
e2
c2
d2
b1
b2
h1
h2
x
g
f
a
n
c
o
d
e
b
h
x1

图 18-10

18.3 双斜平面的视图标注及尺寸注法

（1）标注双斜平面积聚性投影的视图时，剖切平面的迹线应垂直于双斜面上的投影面平行线，如图 18-6 及图 18-11 中的 *A*—*A* 迹线。图 18-11 中，*C*—*C* 剖切面迹线的位置是错误的。若以向视图标注时，表示向视图方向的箭头应平行于双斜面上的投影面平行线，如图 18-7 和图 18-12 中的 *A* 向箭头。

（2）标注双斜平面的实形视图时，表示向视图方向的箭头应垂直于双斜平面的积聚性投影，如图 18-12 所示弯板中的 *B* 向视图。

（3）双斜平面上的有关尺寸，应注在反映其真实形状的视图上。图 18-13 所示护套中带 * 号的三个尺寸的标注是正确的，而图 18-14 中的标注是错误的。

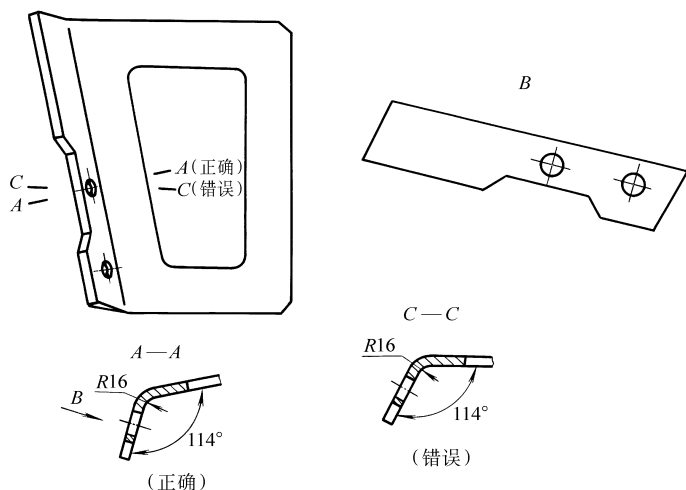


图 18-11

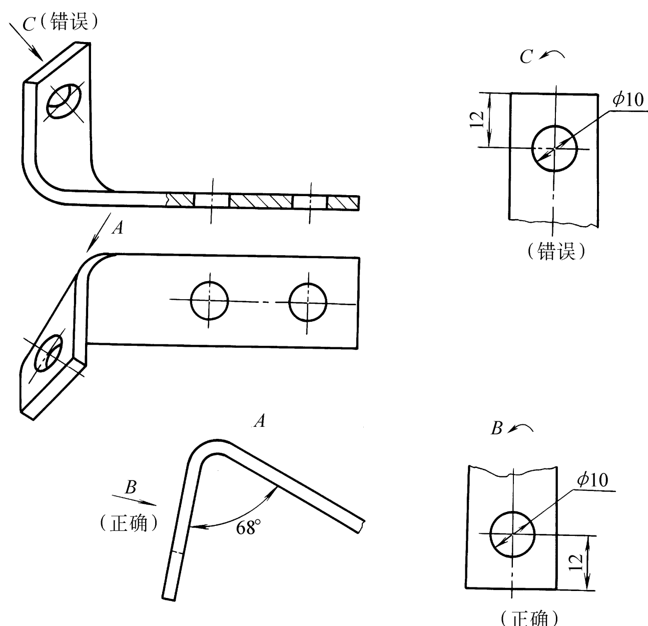


图 18-12

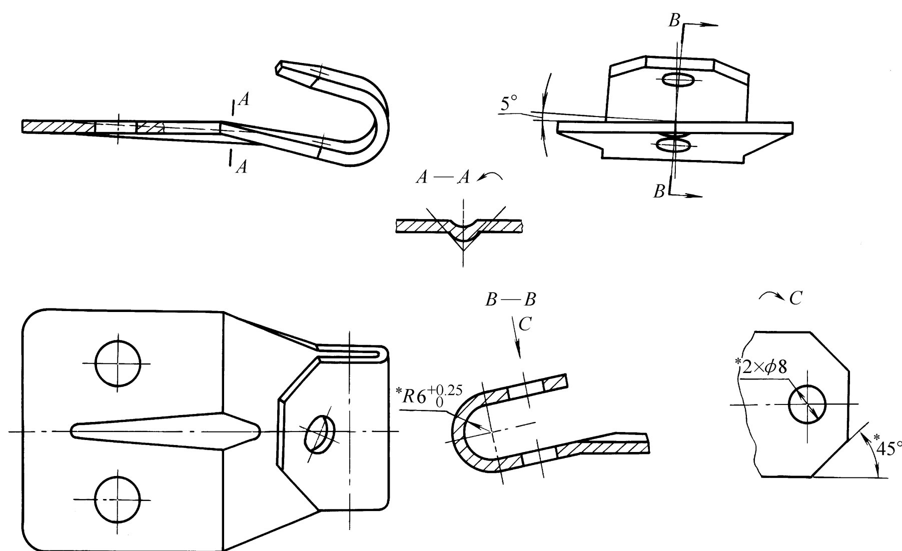


图 18-13

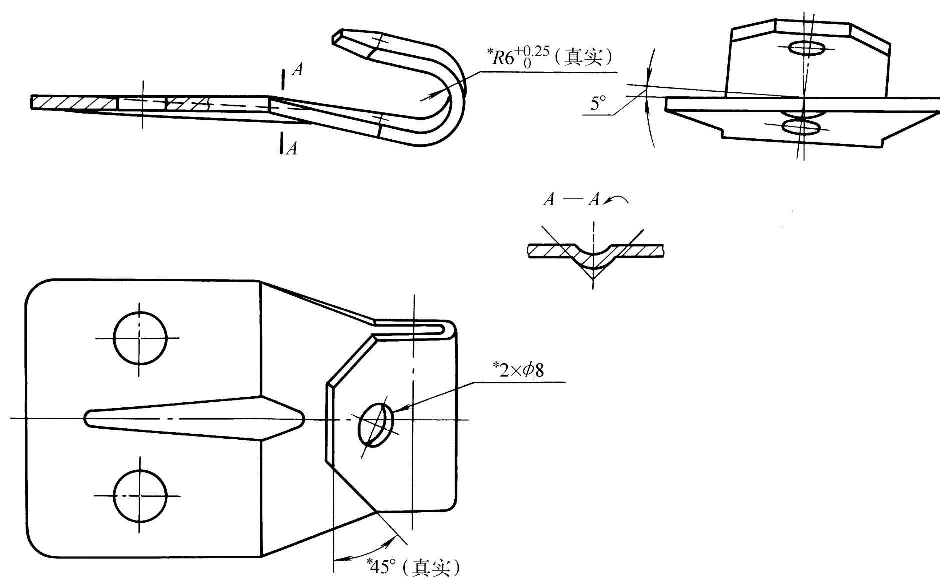


图 18-14

18.4 单向倾斜回转体的画法

1. 圆柱、截头圆锥、半球单向倾斜后的投影（图 18-15）

2. 圆环单向倾斜后的投影（图 18-16）

画法如下：

（1）作出圆 D 的水平投影——椭圆。

（2）在该椭圆上作一系列半径为 r 的球。

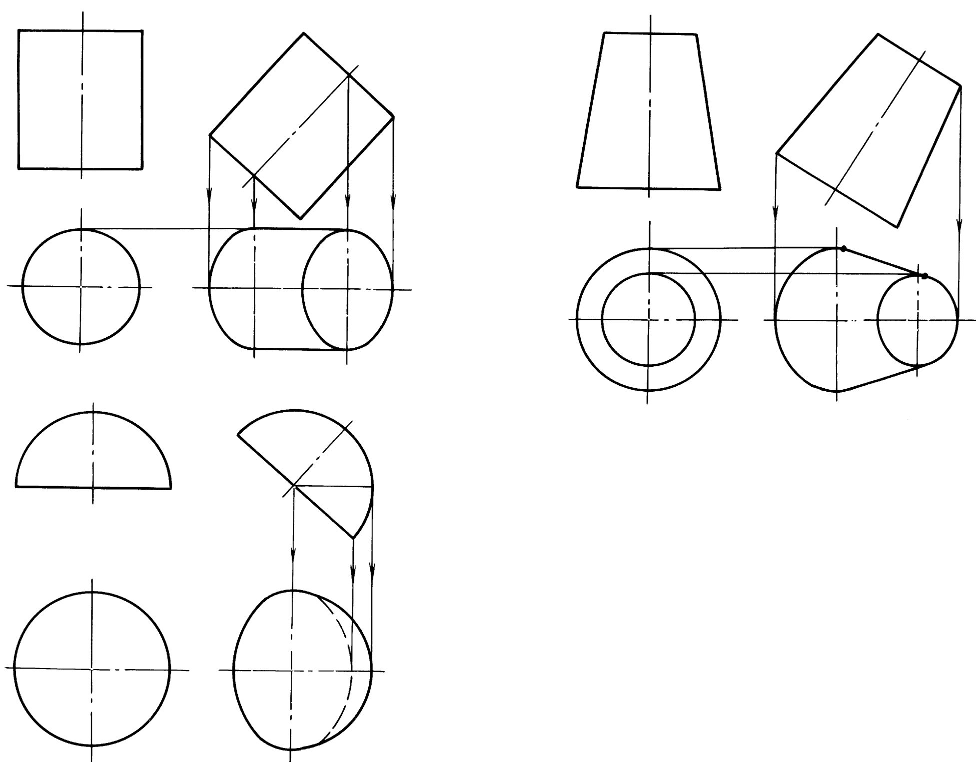


图 18-15

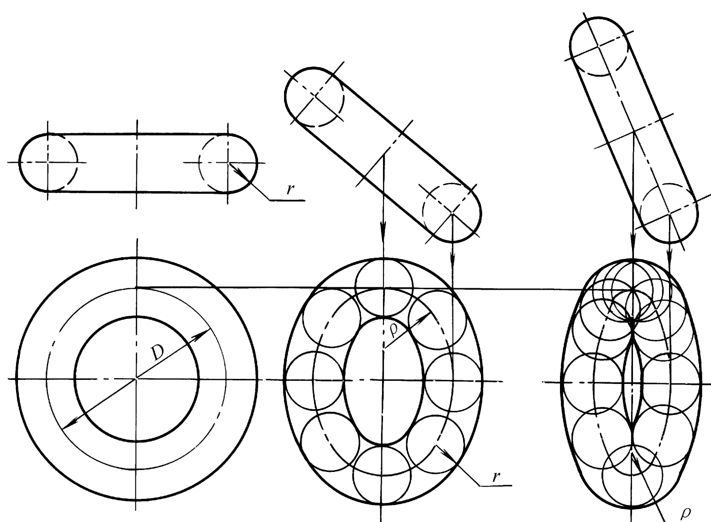


图 18-16

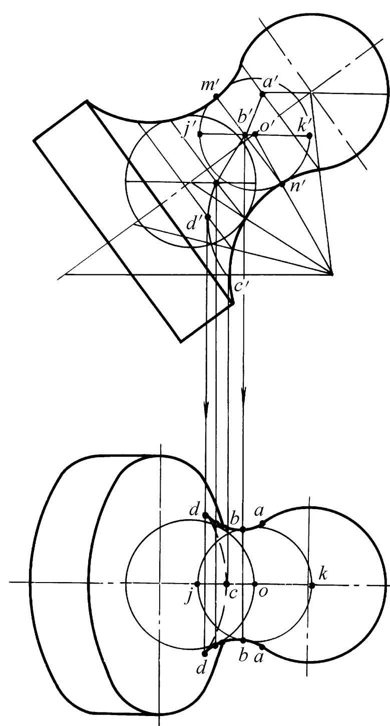


图 18-17

（3）作这些球体的内外包络线。

当 $\rho \leqslant r$ 时，在投影上，圆环的内轮廓线处会出现夹点。

3. 一般回转体单向倾斜后的投影（图 18-17）。

其中间部分水平投影的作法如下：

（1）在回转体轴线上任选一点 O（o'，o）为中心，作与回转体内切的辅助球。

（2）作出辅助球与回转体的交线圆 MN 的正面投影 $m'n'$。

（3）辅助球赤道圆的正面投影为水平线 $j'k'$。它与 $m'n$ 交于点 b'。

（4）根据 b'，在赤道圆的水平投影上作出点 b，该点即为回转体水平投影轮廓线上的点。

重复上述作图，即可求出该轮廓线上 A、B、C、D 各点。图中最左面的点 D 为水平投影轮廓线的回折点。

18.5　单向倾斜零件的作图实例

图 18-18 ~ 18-20 所示为三个单斜零件的作图方法示例。

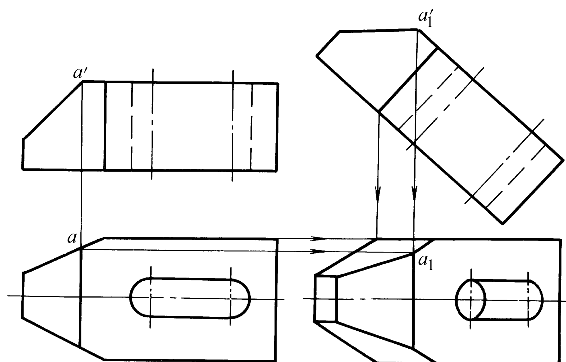


图　18-18

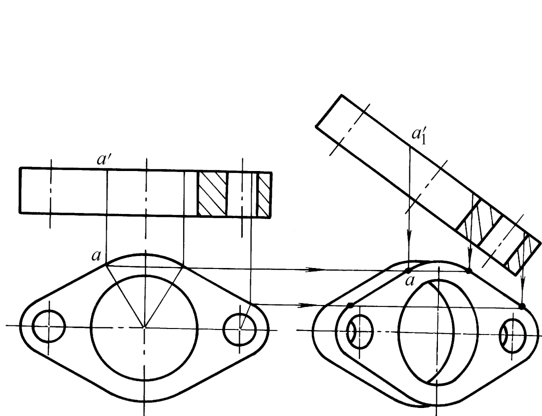


图　18-19

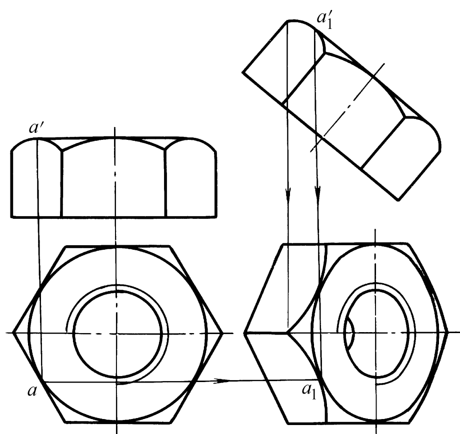


图　18-20

18.6 双向倾斜回转体的画法

1. 圆柱双向倾斜后的投影（图 18-21）

已知：圆柱双斜后的轴线位置。

作图步骤：

（1）用换面法作出轴线的实长 o_1—o_1 及 o_2—o_2。

（2）以 o_1—o_1 及 o_2—o_2 为轴线，按圆柱的尺寸作出圆柱的投影。

（3）分别返回原投影面体系即可求得圆柱双斜后的正面投影和水平投影。

圆柱双斜后，其顶面椭圆的短轴与圆柱轴线的投影相重合，长度由投影求得，长轴的长度等于圆柱的直径。

2. 圆锥双向倾斜后的投影如图 18-22 所示。其作图方法与圆柱双向倾斜后的作图方法相同。

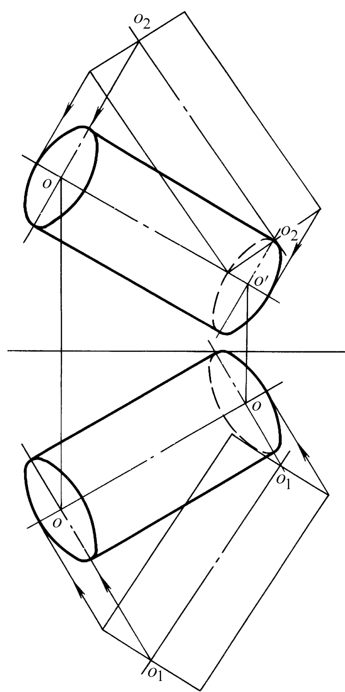


图　18-21

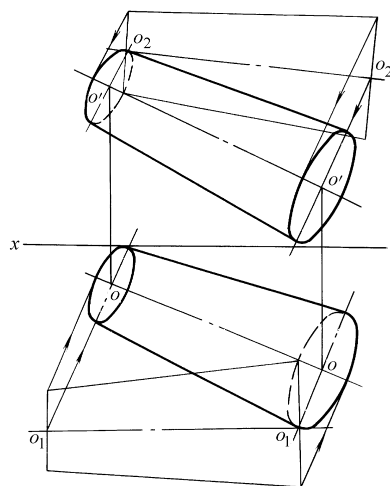


图　18-22

18.7 零件上双向倾斜部分的作图实例

图 18-23 所示支座中双斜圆筒 P 的画法是由所给的尺寸画出圆筒的轴线，然后按图 18-21 所示的方法作出双斜圆筒的投影。

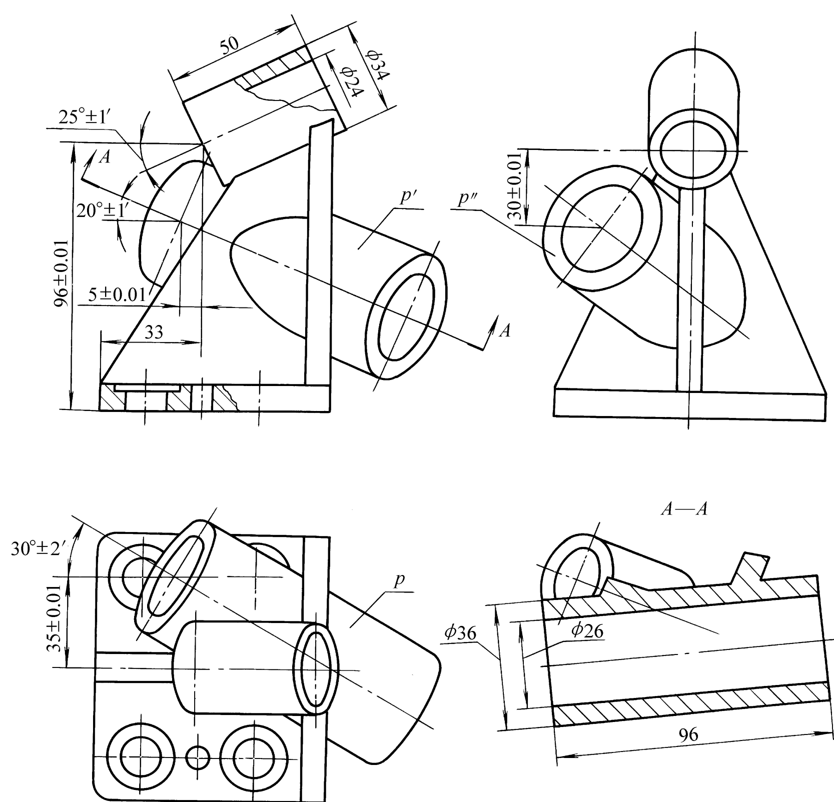

50
φ34
φ24
25°±1′
A
20°±1′
96±0.01
5±0.01
33
p′
p″
A
30±0.01
30°±2′
35±0.01
p
A—A
φ36
φ26
96

图　18-23

第 19 章　轴测投影图

19.1　轴测投影常用术语及正轴测投影的基本公式

轴测投影图简称轴测图，其含义为沿轴测轴的方向测量线性长度。轴测投影常用术语见表 19-1（参考图 19-1）。

表 19-1　轴测投影常用术语

术　　语	内　　　　容	符　　　　号
原坐标轴	互相垂直的空间三坐标轴	OX，OY，OZ
轴测投影面	轴测投影所在的平面	P 面
轴测投射方向	画轴测投影的投射方向	S
轴测轴	原坐标轴的轴测投影	O_1X_1，O_1Y_1，O_1Z_1
轴间角	两轴测轴之间的夹角	φ_1，φ_2，φ_3
方向角	轴测投射方向与原坐标轴的夹角	α，β，γ
轴向伸缩系数	轴测单位长度与原坐标单位长度之比	p_1，q_1，r_1

正轴测投影的基本公式如下。

1. 轴向伸缩系数之间的关系

$p_1=\sin\alpha$，$q_1=\sin\beta$，$r_1=\sin\gamma$

$$p_1^2+q_1^2+r_1^2=2 \qquad (19\text{-}1)$$

（条件：$0°<\alpha<90°$，$0°<\beta<90°$，$0°<\gamma<90°$；$0<p_1<1$，$0<q_1<1$，$0<r_1<1$）

正等测：$p_1=q_1=r_1$；

正二等测（简称正二测）：$p_1=r_1\neq q_1$ 或 $p_1=q_1\neq r_1$ 或 $q_1=r_1\neq p_1$；

正三测：$p_1\neq q_1\neq r_1$。

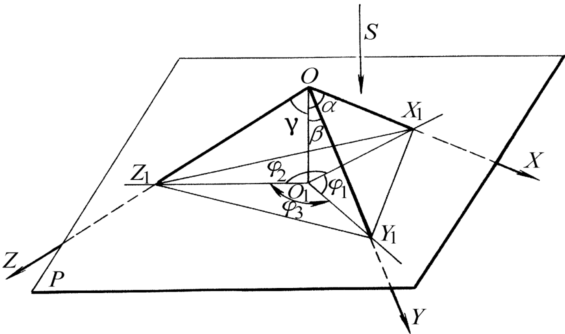


图　19-1

2. 轴间角与轴向伸缩系数的关系

$$\cos\varphi_1=-\frac{\sqrt{(1-p_1^2)(1-q_1^2)}}{p_1q_1} \qquad (19\text{-}2)$$

$$\cos\varphi_2=-\frac{\sqrt{(1-p_1^2)(1-r_1^2)}}{p_1r_1} \qquad (19\text{-}3)$$

$$\cos\varphi_3=-\frac{\sqrt{(1-q_1^2)(1-r_1^2)}}{q_1r_1} \qquad (19\text{-}4)$$

轴间角 φ_1、φ_2、φ_3 都大于 90°且小于 180°。

根据上列基本公式可任意选择并计算出对应的轴向伸缩系数和轴间角，由使用要求确定所需的计算精度。采用常规仪器绘图时，一般取两位小数值即能满足要求。

3. 简化伸缩系数与放大倍率

将轴向伸缩系数的一个或两个简化为 1，其余按相同比例简化后所得的伸缩系数称为简化伸缩系数（p、q、r）。它们与轴向伸缩系数之比，即简化后的放大倍率：

$$m = \frac{p}{p_1} = \frac{q}{q_1} = \frac{r}{r_1} \tag{19-5}$$

4. 轴测投射方向与轴向伸缩系数的关系

轴测投射方向 S 的正投影（如图 19-2 中 s、s'、s''）与投影轴的夹角分别为 ε_1、ε_2、ε_3（图 19-2b）。

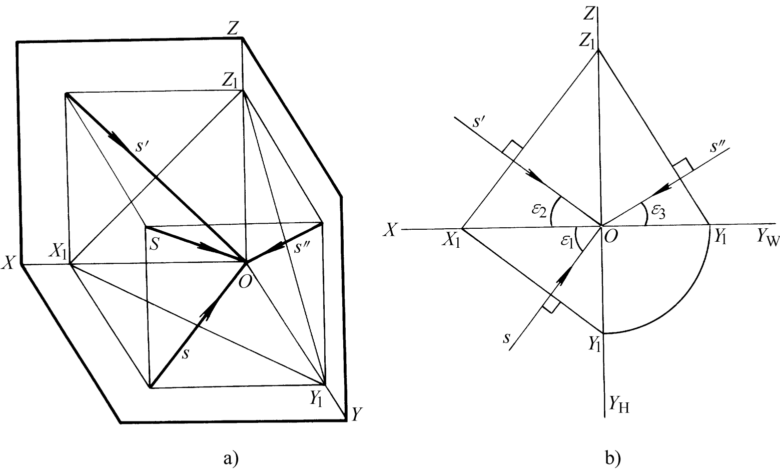


图 19-2

于是有下列公式：

$$\cos\varepsilon_1 = \frac{\sqrt{1 - p_1^2}}{r_1} \tag{19-6}$$

$$\cos\varepsilon_2 = \frac{\sqrt{1 - p_1^2}}{q_1} \tag{19-7}$$

$$\cos\varepsilon_3 = \frac{\sqrt{1 - q_1^2}}{p_1} \tag{19-8}$$

表 19-2 中列举了九种常用正轴测图的参数。

表 19-2　常用正轴测图的参数

序号	种类	简化伸缩系数/轴向伸缩系数			放大倍率	轴　间　角		轴测投射方向的正投影与投影轴的夹角		
		$\frac{p}{p_1}$	$\frac{q}{q_1}$	$\frac{r}{r_1}$	m	φ_1	φ_2	ε_1	ε_2	ε_3
1	等测	$\frac{1.0}{0.82}$	$\frac{1.0}{0.82}$	$\frac{1.0}{0.82}$	1.22	120°	120°	45°	45°	45°

（续）

序号	种类	简化伸缩系数/轴向伸缩系数 $\frac{p}{p_1}$	$\frac{q}{q_1}$	$\frac{r}{r_1}$	放大倍率 m	轴间角 φ_1	φ_2	轴测投射方向的正投影与投影轴的夹角 ε_1	ε_2	ε_3
2	二测	$\frac{1.0}{0.94}$	$\frac{0.5}{0.47}$	$\frac{1.0}{0.94}$	1.06	131°25′	97°10′	69°18′	45°	20°42′
3		$\frac{1.0}{0.92}$	$\frac{0.6}{0.55}$	$\frac{1.0}{0.92}$	1.09	129°49′	100°22′	64°54′	45°	25°06′
4		$\frac{1.0}{0.9}$	$\frac{0.67}{0.6}$	$\frac{1.0}{0.9}$	1.10	128°35′	102°50′	61°52′	45°	28°08′
5		$\frac{1.0}{0.9}$	$\frac{0.7}{0.63}$	$\frac{1.0}{0.9}$	1.12	127°55′	104°10′	60°20′	45°	29°40′
6		$\frac{1.0}{0.88}$	$\frac{0.75}{0.66}$	$\frac{1.0}{0.88}$	1.13	126°50′	106°20′	57°58′	45°	32°02′
7	三测	$\frac{0.9}{0.89}$	$\frac{0.5}{0.49}$	$\frac{1.0}{0.99}$	1.02	157°	95°11′	62°02′	20°16′	11°06′
8		$\frac{0.9}{0.86}$	$\frac{0.6}{0.58}$	$\frac{1.0}{0.96}$	1.04	145°47′	99°47′	58°22′	29°04′	18°54′
9		$\frac{0.9}{0.84}$	$\frac{0.7}{0.65}$	$\frac{1.0}{0.93}$	1.07	138°46′	104°32′	54°20′	33°35′	25°29′

19.2　三种标准轴测图的一般规定

GB/T 14692—2008 对三种标准轴测图的轴间角及简化伸缩系数或轴向伸缩系数的规定，见表 19-3。轴测轴 O_1X_1、O_1Y_1、O_1Z_1 简化为 OX、OY、OZ。

表 19-3　三种标准轴测图的参数

名称	投射方向	轴间角及轴测轴位置	简化伸缩系数或轴向伸缩系数	立方体
正等测	与轴测投影面垂直	Z, O, X, Y, 90°, 30°, 120°	$p=1$ $q=1$ $r=1$	L
正二测		Z, O, X, Y, 90°, ≈41°, ≈7°	$p=1$ $q=0.5$ $r=1$	L, L/2

（续）

名　　称	投射方向	轴间角及轴测轴位置	简化伸缩系数 或轴向伸缩系数	立　方　体
斜二测	与轴测投影面倾斜	Z, 90°, O, X, 45°, Y	$p_1=1$ $q_1=0.5$ $r_1=1$	L, L/2, L

正二测的轴测轴可按图 19-3 所示的两种画法之一绘制。

在图 19-3a 中 *OX* 斜度为 1∶8，*OY* 斜度为 7∶8。

图 19-3b 的作图步骤：

（1）画铅垂线 *OZ*。

（2）以 *O* 为圆心，定长 *a* 为半径画弧 1，与 *OZ* 交于点 *A*。

（3）以点 *A* 为圆心、1.5*a* 为半径画弧 2，与弧 1 交于点 *B*。

（4）以点 *B* 为圆心、1.5*a* 为半径画弧 3，与弧 2 交于点 *C*。

（5）过点 *B* 作 *OX* 轴，过点 *C* 作 *OY* 轴。

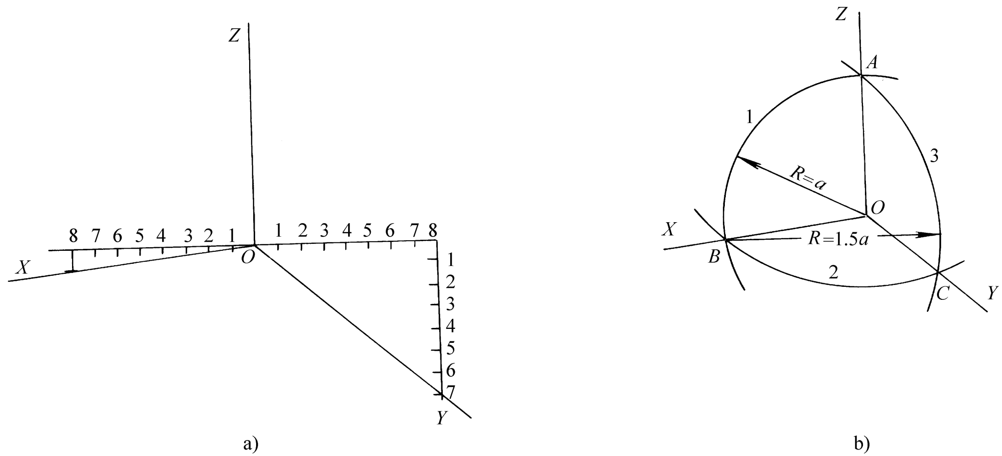


图　19-3

19.3　平行于坐标面的圆的轴测投影

19.3.1　正轴测图中平行于坐标面的圆的画法

平行于坐标面的圆的正轴测投影均为椭圆，可分别称为水平椭圆、正面椭圆及侧面椭圆。

（1）正轴测图中椭圆的长、短轴方向，如图 19-4 及图 19-5 所示，长轴垂直于相应的轴测轴。

（2）正轴测图中椭圆的长、短轴大小：

长轴长度 = d（坐标面上圆的直径）；

短轴长度 = $d\sqrt{1-r_1^2}$（水平椭圆）；

短轴长度 = $d\sqrt{1-q_1^2}$（正面椭圆）；

短轴长度 = $d\sqrt{1-p_1^2}$（侧面椭圆）。

当采用简化伸缩系数绘图时，长、短轴的长度应同时乘以相应的放大倍率 m，表 19-4 列出了前述九种常用正轴测图的水平椭圆、正面椭圆、侧面椭圆的长、短轴的伸缩系数。

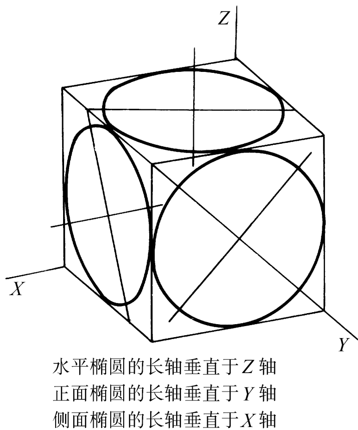


图 19-4

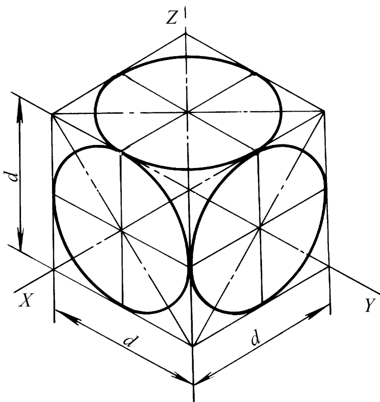


图 19-5

表 19-4 长、短轴伸缩系数

序号	种类	放大倍率 m	$\frac{简化长轴伸缩系数}{长轴伸缩系数}$	$\frac{简化短轴伸缩系数}{短轴伸缩系数}$		
				水平椭圆	正面椭圆	侧面椭圆
1	等测	1.22	$\frac{1.22}{1.0}$	$\frac{0.71}{0.58}$	$\frac{0.71}{0.58}$	$\frac{0.71}{0.58}$
2	二测	1.06	$\frac{1.06}{1.0}$	$\frac{0.35}{0.33}$	$\frac{0.94}{0.88}$	$\frac{0.35}{0.33}$
3		1.09	$\frac{1.09}{1.0}$	$\frac{0.42}{0.39}$	$\frac{0.9}{0.83}$	$\frac{0.42}{0.39}$
4		1.10	$\frac{1.10}{1.0}$	$\frac{0.47}{0.43}$	$\frac{0.88}{0.8}$	$\frac{0.47}{0.43}$
5		1.12	$\frac{1.12}{1.0}$	$\frac{0.5}{0.44}$	$\frac{0.87}{0.78}$	$\frac{0.5}{0.44}$
6		1.13	$\frac{1.13}{1.0}$	$\frac{0.53}{0.47}$	$\frac{0.85}{0.75}$	$\frac{0.53}{0.47}$
7	三测	1.02	$\frac{1.02}{1.0}$	$\frac{0.17}{0.17}$	$\frac{0.88}{0.87}$	$\frac{0.47}{0.46}$
8		1.04	$\frac{1.04}{1.0}$	$\frac{0.29}{0.28}$	$\frac{0.85}{0.82}$	$\frac{0.52}{0.5}$
9		1.07	$\frac{1.07}{1.0}$	$\frac{0.39}{0.36}$	$\frac{0.81}{0.76}$	$\frac{0.58}{0.54}$

椭圆的长、短轴方向和大小确定之后，可用四心法绘图（即用四段圆弧画出近似的椭圆）。

（3）正轴测图按简化伸缩系数作图时椭圆的近似画法（不需计算长、短轴的长度）。

1）正等测中三个椭圆的形状相同，如图 19-5 所示。

现以水平椭圆为例介绍两种近似画法（表 19-5，表 19-6）

椭圆长、短轴关系见图 19-6。也可用椭圆规画出椭圆。

表 19-5　六点共圆法画正等测椭圆

	1. 画出轴测轴 X、Y 以及椭圆长、短轴方向 2. 以 O 为圆心、空间圆的直径 d 为直径画圆，与 X、Y 及短轴线交于 A、B、C、D、3、4 六点
	1. 连接 A4 和 D4 与椭圆长轴交于 1、2 两点 2. 分别以 3、4 点为圆心、A4 为半径画大圆弧；再分别以 1、2 点为圆心、1A 为半径画小圆弧。四段圆弧相切于 A、B、C、D 四点

表 19-6　直径求心法画正等测椭圆

	1. 画出轴测轴 X、Y 以及椭圆长、短轴方向 2. 在 X、Y 上取 $AB = CD = d$
	1. 以 A 点为圆心、AB 为半径画弧，与短轴交于点 1，再取对称点 2 2. 连接 1A 及 1D 与长轴交于点 3、4 3. 分别以 1、2 点为圆心、1A 为半径画大圆弧；再以 3、4 点为圆心、3A 为半径画小圆弧。四段圆弧相切于 A、B、C、D 四点

2）正二测中水平椭圆与侧面椭圆的形状相同，如图 19-7 所示。正面椭圆及水平椭圆的四心近似画法列于表 19-7。

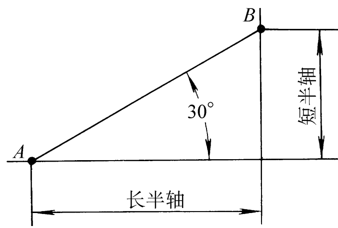


图　19-6

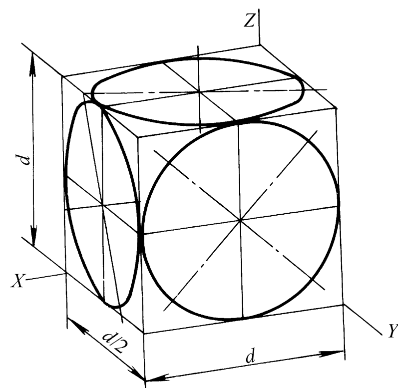


图　19-7

表 19-7　四心法画正二测椭圆

正面椭圆		1. 画出轴测轴 X、Z 及椭圆长、短轴方向 2. 在 X、Z 上取 A、B、C、D 四点，使 $AB = CD = d$
		1. 过 A、B 点分别引直线垂直于 Z，与椭圆长、短轴交于 1、2、3、4 点 2. 分别以 1、2 点为圆心，以 $1A$ 为半径画大圆弧；再分别以 3、4 点为圆心，以 $3B$ 为半径画小圆弧，四段圆弧相切于 A、B、C、D 点
水平椭圆		1. 画出轴测轴 X、Y 及椭圆长、短轴方向 2. 在 X 轴上取 $AB = d$
		1. 在短轴上取 $O1 = O2 = d$ 2. 连直线 $1A$、$2B$ 与椭圆长轴交于 3、4 两点 3. 分别以 1、2 点为圆心，以 $1A$ 为半径画大圆弧；再分别以 3、4 点为圆心，以 $3A$ 为半径画小圆弧，大圆弧与 Y 轴交于 C、D 点，$CD \approx d/2$

四心近似画法所作正二测水平椭圆，误差较大，一般用于没有圆弧被切割或没有弧线相切的轴测图。若需要较精确的水平椭圆，可采用八心近似画法，见表 19-8。

表 19-8　八心近似椭圆画法

1.	2.
（1）画出轴测轴 X、Y 及椭圆长、短轴方向 （2）在 X 轴上取 $AB=d$，在 Y 轴上取 $CD=d/2$ （3）在长轴上取 1、2 两点对称，距 O 为 $0.45d$；在短轴上取 3、4 两点对称，距 O 为 $1.5d$（4 点在图上未画出）	（1）分别以 1、2 点为圆心、$1A$ 为半径画小圆弧，与长轴相交于 E、F 两点，即为长轴的端点 （2）分别以 3、4 点为圆心、$3C$ 为半径画大圆弧
3.	4.
（1）分别以 1、2 点为圆心、$0.55d$ 为半径画弧 （2）分别以 3、4 点为圆心，并以 $C3\text{-}EG$ 为半径作弧，与刚画的两弧交于 5、6、7、8 四点，它们是画中圆弧的圆心	（1）连 3、5 交大圆弧于 K 点，连 2、5 交小圆弧于 H 点。以 5 点为圆心、$5K$ 为半径画中圆弧，H、K 点即大、中、小三个圆弧的切点 （2）同理，以 6、7、8 点为圆心，分别作出另外三段中圆弧

19.3.2　斜二测图中平行于坐标面的圆的画法

斜二测图中平行于正面的圆，其轴测投影仍为圆，而平行于水平面或侧面的圆的轴测投影则为形状相同的椭圆。

（1）斜二测图中椭圆的长、短轴方向，如图 19-8 所示。

（2）斜二测图中椭圆的长、短轴大小：

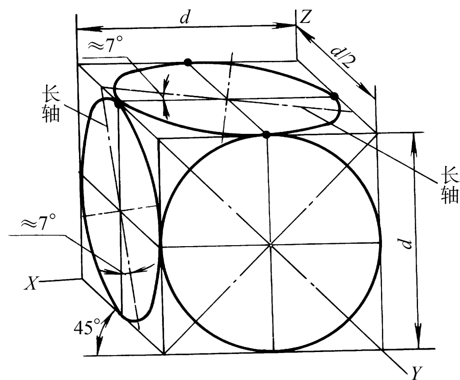


图 19-8

长轴长度≈1.06d（d 为坐标面上圆的直径）；

短轴长度≈0.33d。

（3）水平椭圆与侧面椭圆的画法相同，作图步骤见表 19-9。

表 19-9　斜二测椭圆的近似画法

	1. 画出轴测轴 X、Y 及椭圆长、短轴方向 2. 在 X 轴上取 $AB=d$
	1. 在短轴上取 $O1=O2=d$ 2. 连接 $1A$ 和 $2B$ 与长轴交于 3、4 两点 3. 分别以 1、2 点为圆心、$1A$ 为半径画大圆弧；再分别以 3、4 点为圆心、$3A$ 为半径画小圆弧。大圆弧与 Y 轴交于 C、D 两点，$CD\approx d/2$

19.4　不平行于坐标面的圆的正轴测投影

19.4.1　垂直于坐标面的圆的正轴测画法

利用正投影图求出长、短轴方向和大小后，画椭圆的方法见表 19-10（以正垂面的圆为例）。

表 19-10　正垂面上圆的正等测画法

	1. 在正垂面圆（其直径为 d）的垂线上取 $a'o'=d/2$ 2. 过 o' 引水平线，再过 a' 引铅垂线，两线相交于 a
	1. 画轴测轴 X、Y、Z 2. 在 X 上取 $Oa_1=o'a$，过 a_1 引 Z 轴的平行线，并取 $a_1A_1=a'a$，OA_1 即为椭圆的短轴方向，椭圆长轴与短轴垂直
	1. 在长轴方向取 $OC_1=OD_1=1.22d/2$ 2. 以 A_1 为圆心，$1.22d/2$ 为半径作弧，与长轴交于 B_1，则 OB_1 为短半轴的长度，在短轴方向取 $OE_1=OF_1=OB_1$。C_1、D_1、E_1、F_1 即为长、短轴端点 3. 按长、短轴大小画出近似椭圆

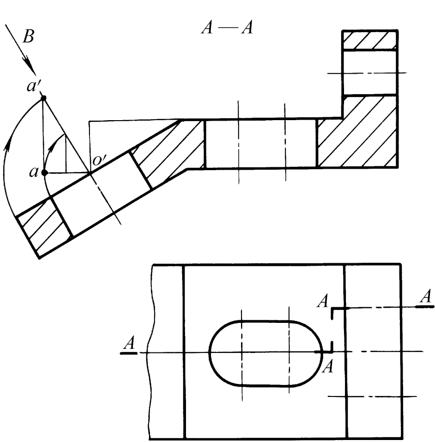


图　19-9

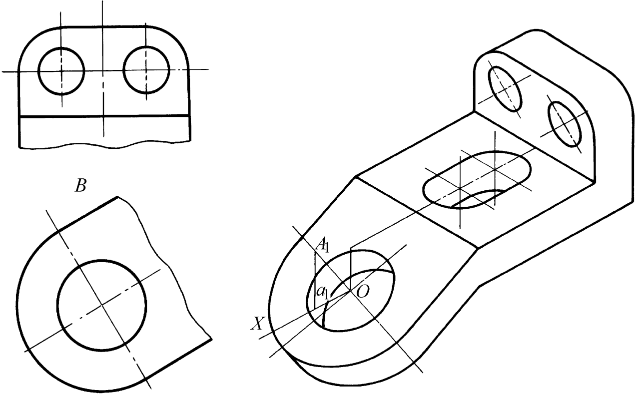


图　19-10

用表 19-10 的方法将图 19-9 所示机件画成的正等测图，如图 9-10 所示。

图 19-10 的作图步骤：

（1）按坐标关系定出 O。

（2）求出 A_1 点。

（3）A_1O 为椭圆短轴方向。

（4）求出长、短轴长度。

（5）画近似椭圆。

19.4.2 倾斜面（既不平行，又不垂直于坐标面）上圆的正轴测画法

倾斜面上圆的正轴测画法与垂直面上圆的正轴测画法原理相同，只是作图过程更加复杂。表 19-11 所列是画倾斜面上圆的正二测的方法。

表 19-11 倾斜面上圆的正二测画法

	1. 在正投影图上过圆心 O 作圆的垂线，在该垂线上任取一点 A 2. 在 AO 直线上取 $OB=d/2$（图中采用旋转法求得 AO 的实长，然后定出 B 点的两个投影 b 及 b'）
	1. 画出轴测轴 X、Y、Z 2. 在 X 上取 $Ob_X=o'1$ 3. 作 $b_Xb_1 /\!/ OY$，并使 $b_Xb_1=(b2)/2$ 4. 引 $b_1B_1 /\!/ OZ$，并使 $b_1B_1=b'1$ 5. 连 OB_1 即为椭圆短轴方向
	1. 在长轴方向取 $OC_1=OD_1=1.06d/2$ 2. 以 B_1 为圆心、$1.06d/2$ 为半径画弧，与长轴交于 K_1，则 OK_1 为短半轴的长度，在短轴方向取 $OE_1=OF_1=OK_1$。C_1、D_1、E_1、F_1 即为长、短轴端点 3. 画近似椭圆

19.5　画机件轴测图的基本方法

画机件轴测图的基本方法是沿轴测轴度量定出物体上一些点的坐标，然后逐步连线画出图形。

19.5.1　坐标法

用坐标法绘制正六棱台（图 19-11）轴测图的步骤，如图 19-12 所示。

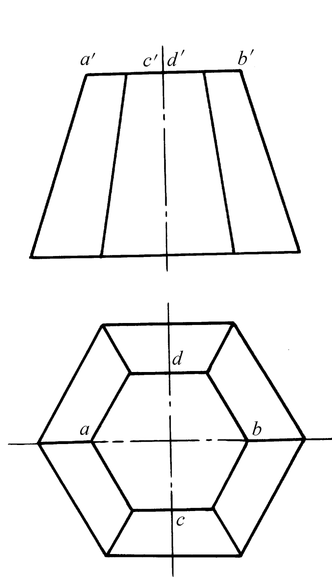


图　19-11

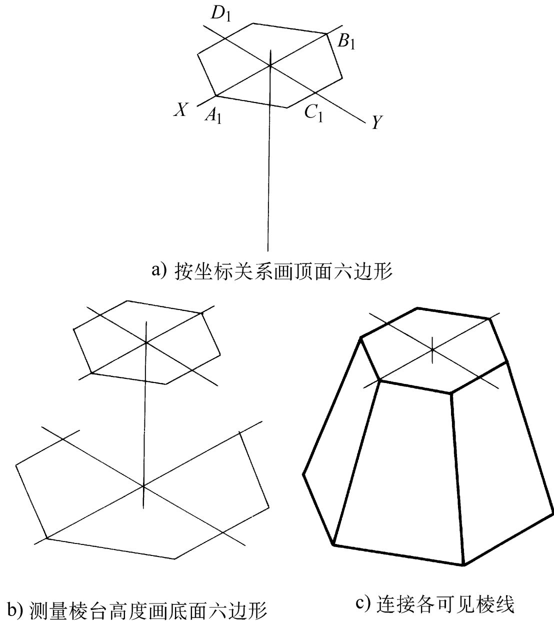


图　19-12

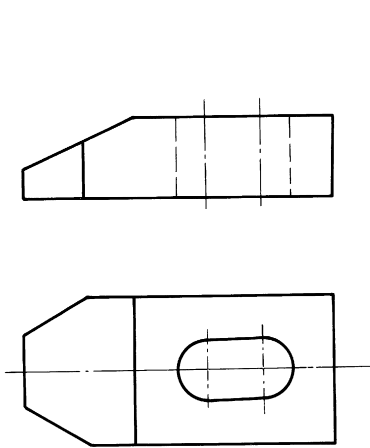


图　19-13

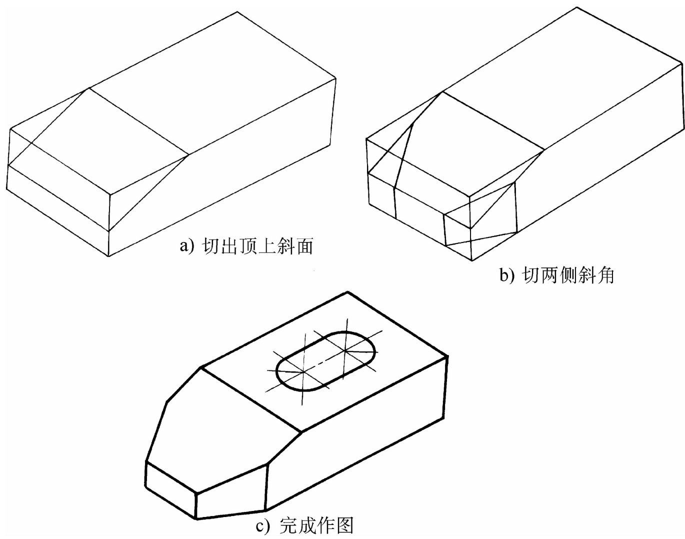


图　19-14

19.5.2 切割法

切割法适用于绘制主要形体是由切割形成的零件的轴测图。

用切割法绘制压板（图 19-13）轴测图的步骤，如图 19-14 所示。

19.5.3 堆叠法

堆叠法适用于绘制主要形体是由堆叠形成的零件的轴测图。要注意形体堆叠时的定位关系。

用堆叠法绘制支架（图 19-15）轴测图的步骤，如图 19-16 所示。

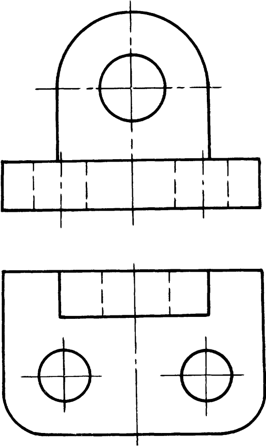
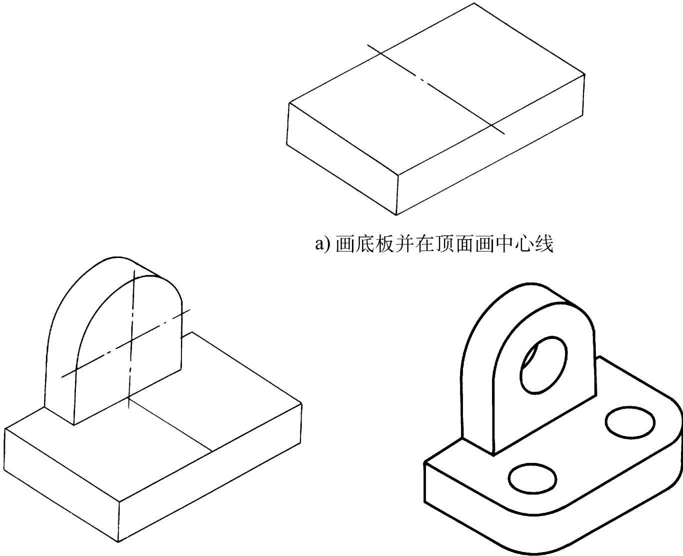


图 19-15



a) 画底板并在顶面画中心线

b) 画直立板，其中心线要与底板中心线对准

c) 画圆孔，完成作图

图 19-16

19.6 轴测剖视图的画法

GB/T4458.3—1984 规定轴测图上剖面线的方向应按表 19-12 的规则绘制。

表 19-12 剖面线方向

正 等 测	正 二 测	斜 二 测
Z X Y 1 1 1	Z X Y 1 1 1/2	Z X Y 1 1 1/2

与正投影图一样，轴测图也可画成全剖视、半剖视、局部剖视及折断等形式，见表 19-13。

表 19-13 轴测剖视图

全剖视：被切掉部分可保留，以便看到完整的外形	半剖视：一般不保留被切掉的外形
局部剖视：局部剖切后，断裂面内用细点代替剖面线	折断：断裂面内用细点代替剖面线
肋的纵剖：剖切平面通过肋的纵向对称平面时，肋上不画剖面线，而用粗实线将它与邻接部分分开	肋的纵剖：剖切平面通过肋的纵向对称平面时，也可用细点表示肋的被剖切部分

19.7 轴测图中交线的画法

利用坐标法或辅助面法求出一系列交线上点的轴测投影，然后光滑连接它们，便可作出零件表面的交线。

例 1：图 19-18 是用坐标法画顶尖上截交线的举例。先在正投影图（图 19-17）上定出截交线上的一些点，然后按其坐标在轴测图上定出这些点而画出截交线。

例 2：图 19-20 是用辅助面法画相贯圆柱上交线的举例。将正投影图（图 19-19）上被辅助面 P 截得的 B、D 两点按坐标移置到轴测图上，并照此办法求出一系列相贯线上点的轴测投影，然后光滑连接它们。

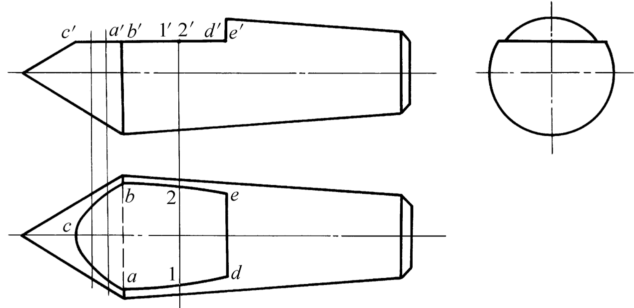


图 19-17

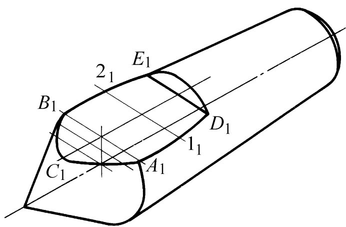


图 19-18

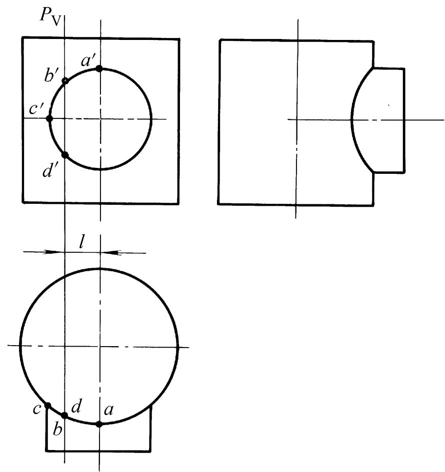


图 19-19

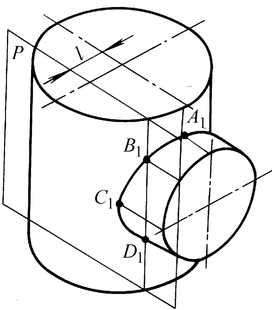
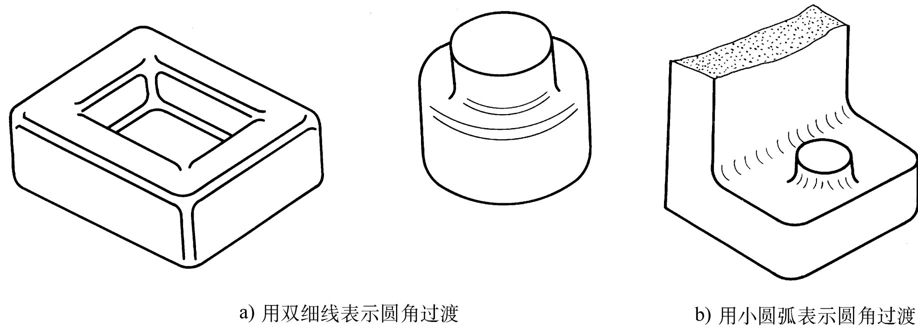


图 19-20

19.8 轴测图中过渡线的画法

零件毛坯表面相交呈圆角过渡时，不存在明显的棱线，这时在轴测图上可用双细线或一系列小圆弧表示，如图 19-21 所示。



a) 用双细线表示圆角过渡　　b) 用小圆弧表示圆角过渡

图 19-21

19.9 螺纹的轴测图画法

螺纹的轴测图常采用近似画法，其螺旋线是用同样大小的等距椭圆代替。为增强立体感，一般都作适当的润饰，如图 19-22 及图 19-23 所示。

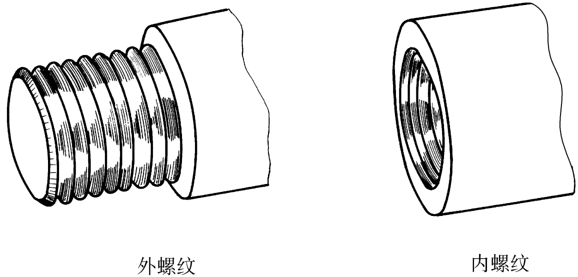


图 19-22

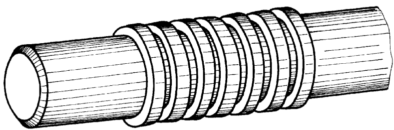


图 19-23

19.10 齿轮的轴测图画法

直齿圆柱齿轮的轴测图画法如图 19-24 所示。斜齿轮与锥齿轮可用类似方法作图。

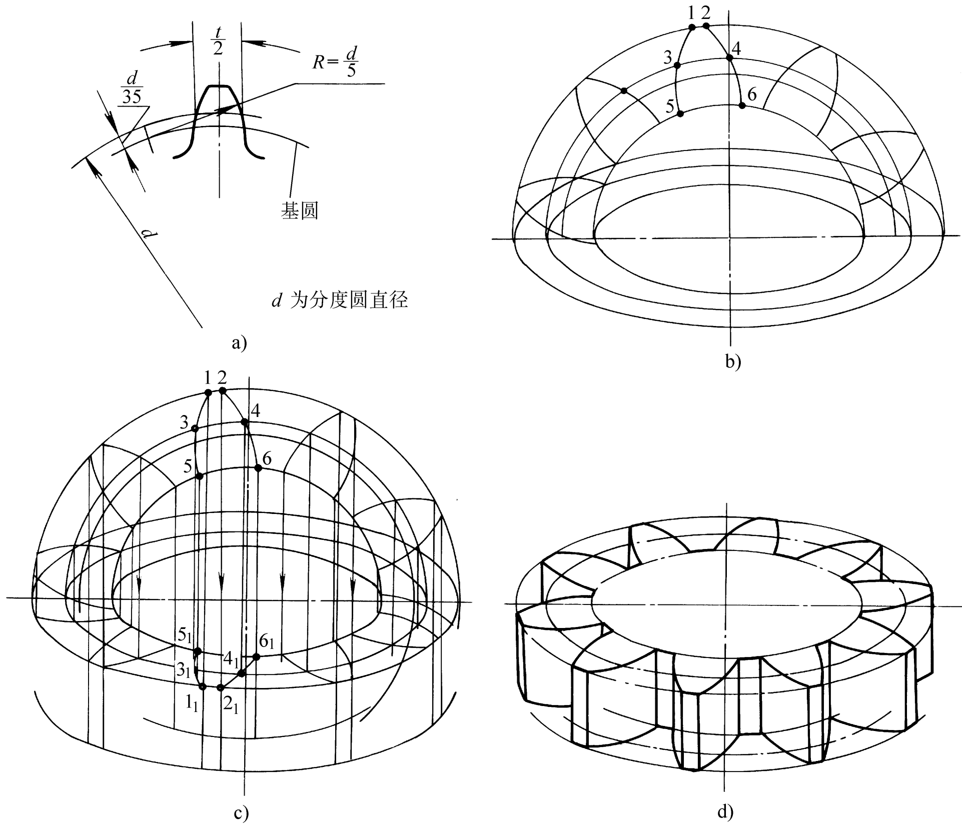


图 19-24

图 19-24a 为齿形正投影图的近似画法。

作图步骤：

（1）画齿顶圆、分度圆、齿根圆的轴测投影（三个椭圆）(图 19-24b)。

（2）分别以三个椭圆的长轴长度为直径画三个圆，然后再画出基圆。

（3）根据齿数在分度圆周上分度。

（4）在圆周上用近似画法画出齿形。

（5）将齿形上的 1 点至 6 点投射到相应的椭圆上，光滑连接各点，画出齿形的轴测图(图 19-24c)。

（6）依次画出全部齿形。

（7）按齿轮厚度将齿形平移到底面上（图 19-24d)。

（8）过各顶点引直线，即完成全图。

19.11　圆柱螺旋弹簧的轴测图画法

弹簧的轴测图可根据给定的节距（t）及中径（D_2）作图，如图 19-25 所示。

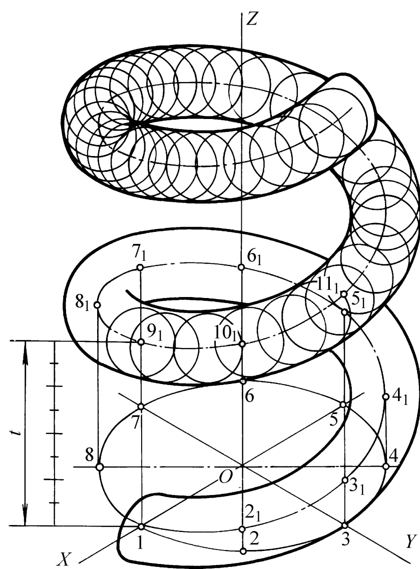


图　19-25

图 19-25 的作图步骤：

（1）画轴测轴 X、Y、Z，在 X 上取 $O1 = O5 = D_2/2$，在 Y 上也取 $O3 = O7 = D_2/2$，画水平椭圆得 1 点至 8 点。

（2）过 1 点至 8 点分别引 Z 的平行线。

（3）在这些平行线上依次取点，并使 $22_1 = t/8$，$33_1 = 2t/8$，$44_1 = 3t/8$，$55_1 = 4t/8$，$66_1 = 5t/8$，$77_1 = 6t/8$，$88_1 = 7t/8$，$19_1 = t$，按此规律继续上升。

（4）连 1、2_1、3_1、…、9_1 等点，得钢丝中心线的轴测投影。

（5）在钢丝中心线上取点作为圆心，以钢丝直径为直径画一系列小圆球，画出它们的包络线，即是弹簧的轴测图。

19.12　部件的轴测图画法

为表明部件的构造，常采用轴测装配图（图 19-26）或轴测分解图（图 19-27），并可采用各种形式的剖切以表达其内部结构。

为了分清轴测装配图上的相邻零件，可用方向相反或不同间隔的剖面线表示。

轴测分解图应将分离的零件按装拆顺序排列在相应的装配轴线上，并根据部件装配图编写序号或直接注写出零件名称。

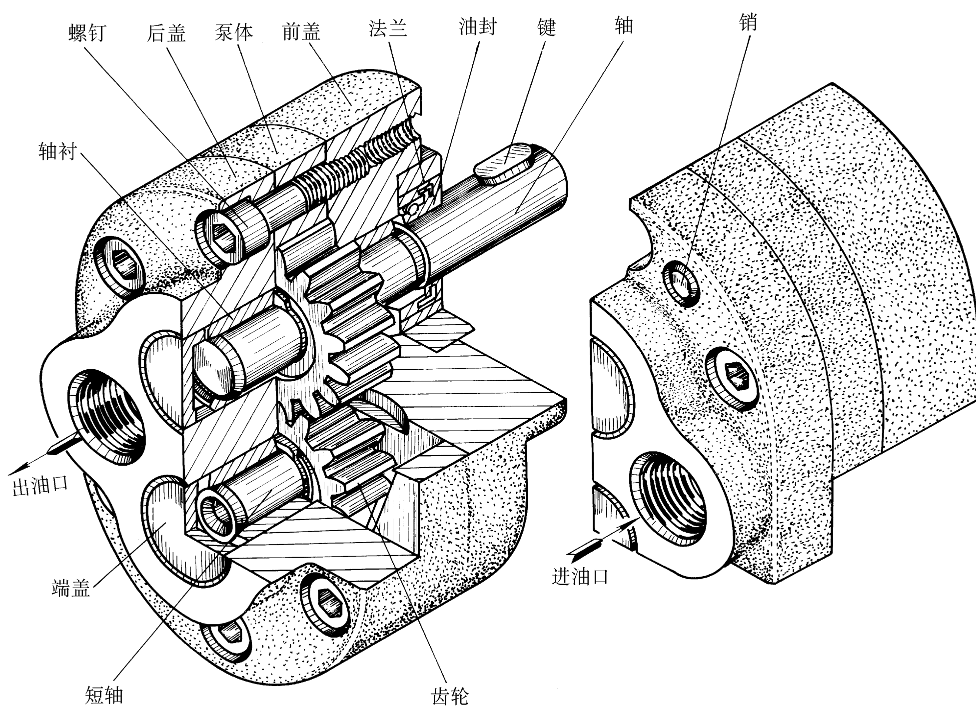


图　19-26

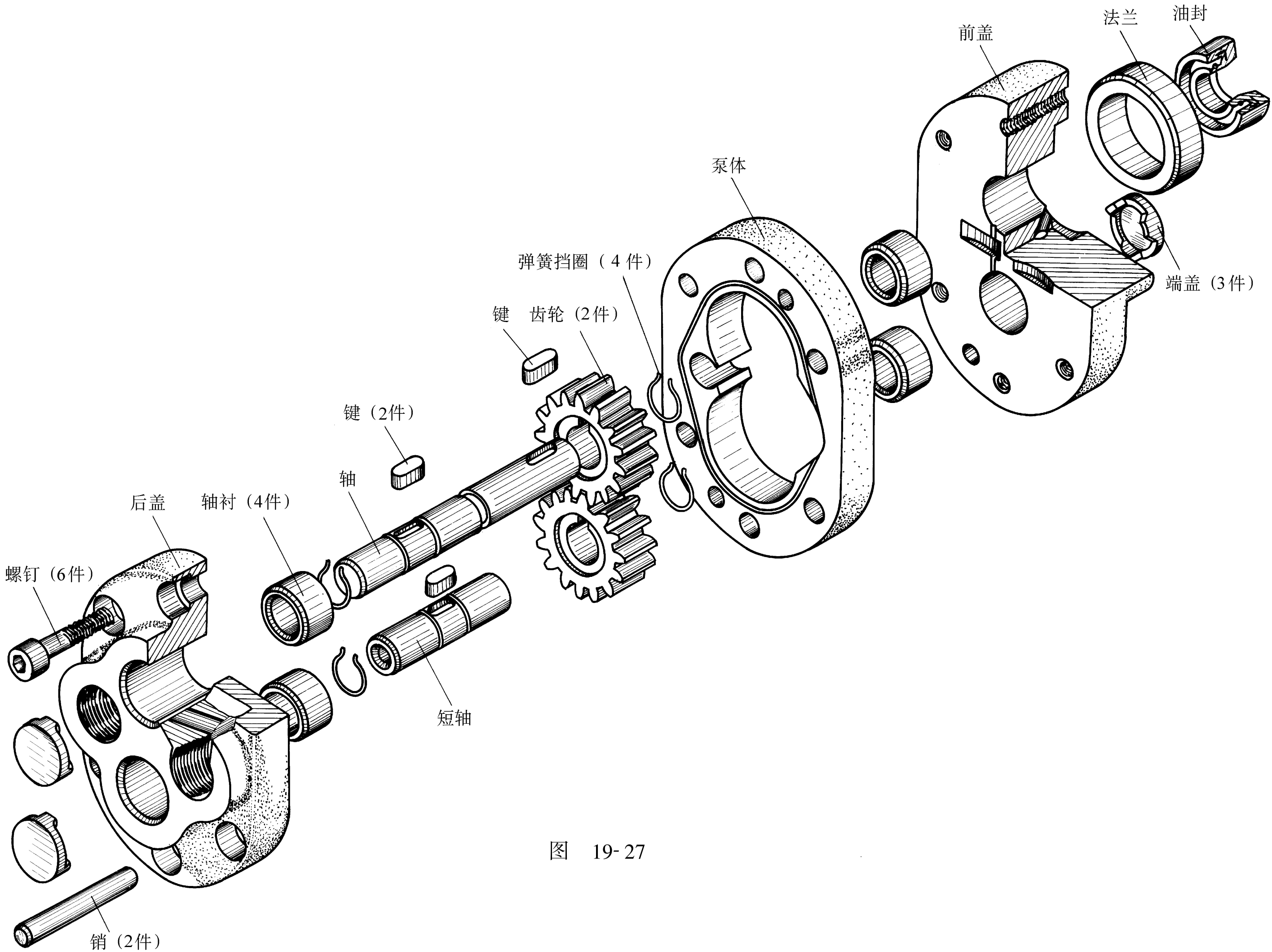


图 19-27

19.13 对轴测图的选择

为了尽可能完全地表达零件的结构形状，在绘制轴测图时需要进行某些选择，例如：

1. 零件位置及表示法的选择

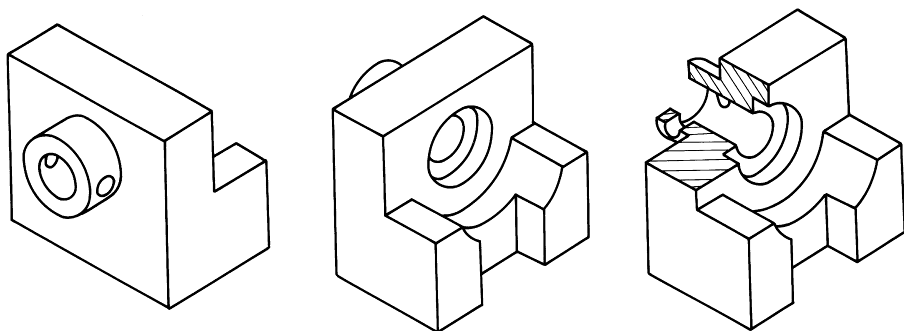
图 19-28 画出了同一零件的三个轴测图，显然以图 19-28c 的位置及表示法比较合理。

2. 轴测图种类的选择

利用图 19-29 所示三种标准轴测图投射方向 S 的正投影图，可在零件的正投影图上判断出采用何种轴测图能将其表达得较清晰。从图 19-30a 的俯视图中看到，采用投射方向 s_1（即正等测）时，小孔底部不可见，而采用其余两种投射方向时（即正二测和斜二测），都能看清小孔为通孔。

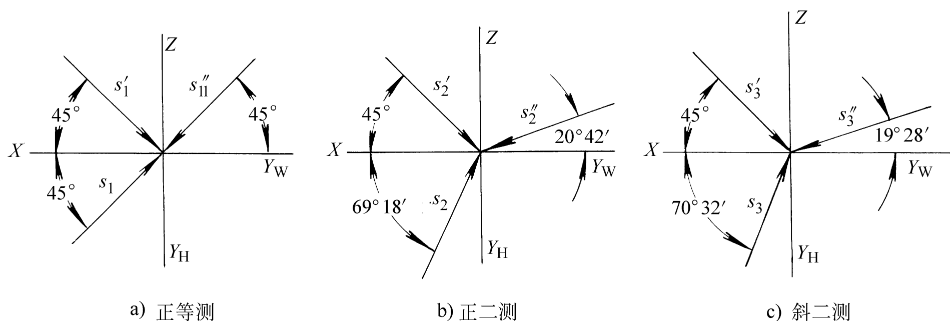
从图 19-31 的左视图中看到，采用投射方向 s''_1（正等测）时，清晰性最好。

当三种标准轴测图都不能得到令人满意的效果时，可根据零件的形状特点选定最有利的投射方向而采用非标准轴测图（表 19-2 中的序号 1、2 为标准正轴测图；其余均为非标准正轴测图）。



a) 只看到零件背面，形状表达不全　b) 看到零件正面，但背面形状不清楚　c) 采用了剖视，形状表达完整

图　19-28



a) 正等测　b) 正二测　c) 斜二测

图　19-29

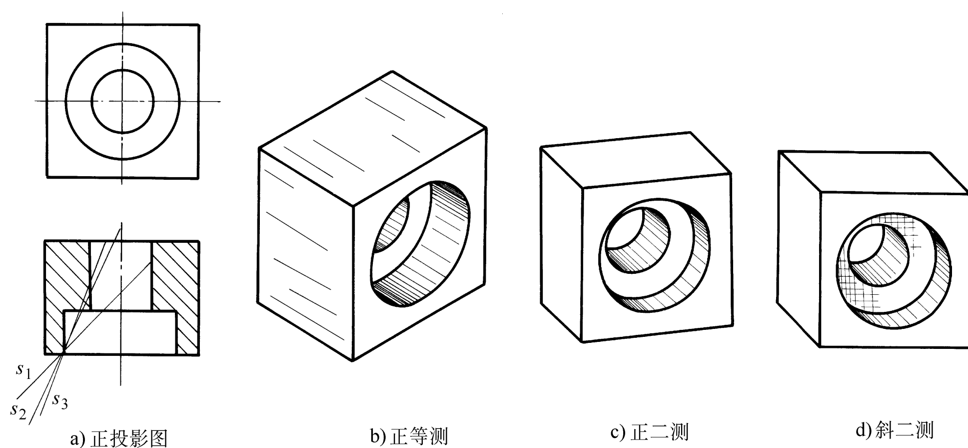


图 19-30

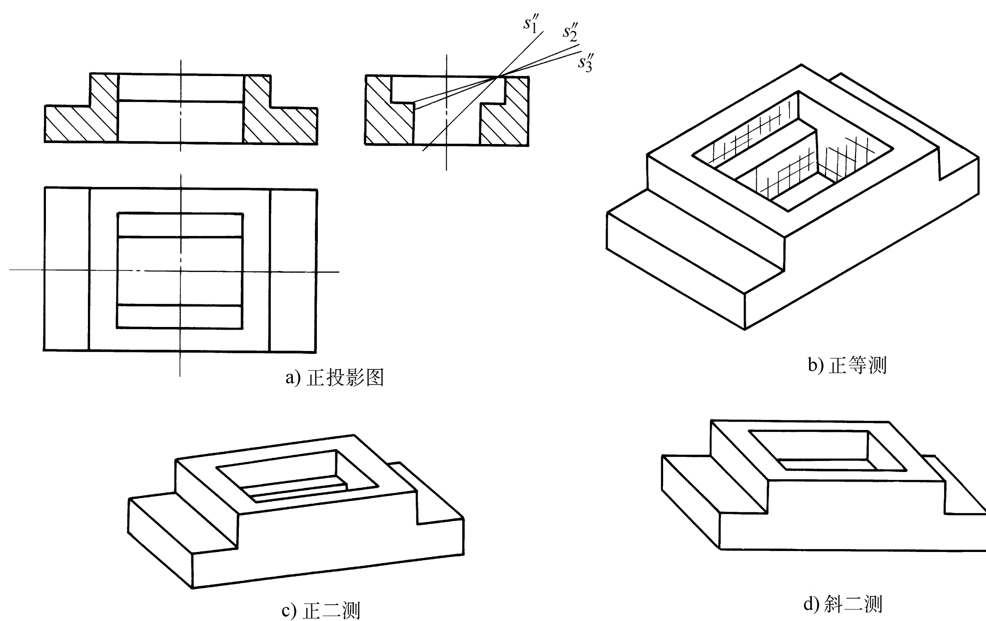


图 19-31

19.14 轴测图中的尺寸标注

轴测图上常见的尺寸有下列几种：

1. 长度尺寸

长度尺寸一般需沿轴测轴方向标注，尺寸线与所标线段平行；尺寸界线应平行于有关轴测轴；尺寸数字按相应的轴测图形标注在尺寸线的上方，出现字头向下的趋势时，用引出线将数字写在水平位置。图 19-32 为同一尺寸在不同位置标注时的示例。

2. 直径尺寸

标注圆的直径时，尺寸线和尺寸界线分别平行于圆所在平面的轴测轴。标注较小圆的直径时，尺寸线可通过圆心引出，如图 19-33 所示。

3. 半径尺寸

标注圆弧的半径时，尺寸线可从圆心引出，如图 19-33a 所示。

4. 角度尺寸

标注角度时，尺寸线为相应的椭圆弧或圆弧，角度数字保持字头向上，一般写在尺寸线的中断处，如图 19-33b 所示。

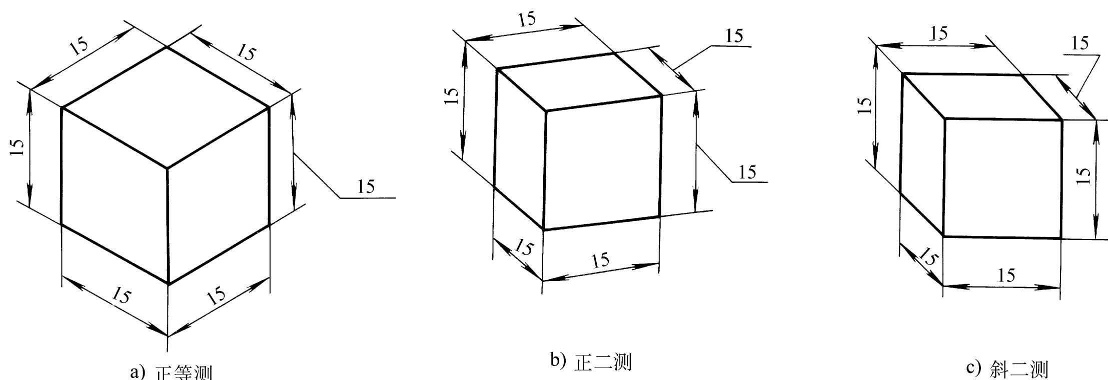


图 19-32

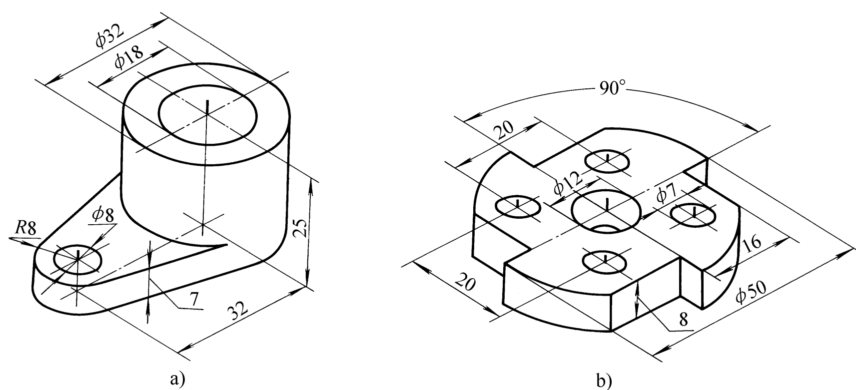


图 19-33

19.15 轴测图的黑白润饰

轴测图常可采用墨点法（图 19-34）或线条法（图 19-35）进行黑白润饰。墨点可用细点，也可用粗点；线条可用不等间距的细线，也可用不等间距的不等粗线。有时还可用网格

润饰（图 19-36）。平面上的网格线应平行于相应的轴测轴。

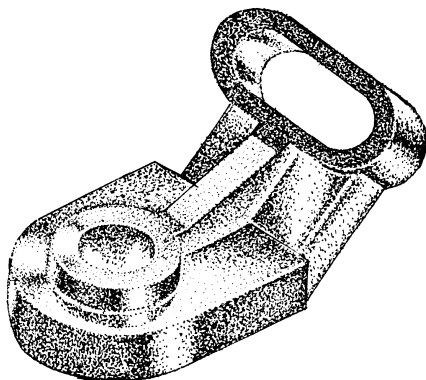


图 19-34

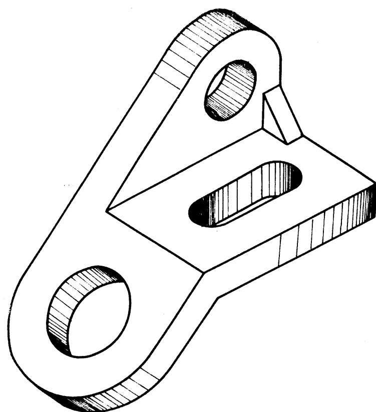


图 19-35

一般采用来自物体左前上方的平行光线照射物体，当反射光线与观察者的视线平行时，反射光最强，该部位为物体表面的光亮区。随反射光线与视线偏离的程度增大，表面的光亮程度逐渐降低。物体受背境反射光线的影响，会在最暗的部分出现一小片稍明亮的反光区，如图 19-37 所示。

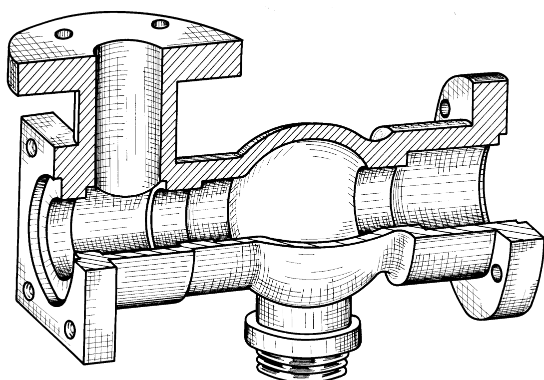


图 19-36

近似地确定明暗区域位置的方法，如图 19-38 所示。

在立体内、外表面上，根据视明线和暗线的位置确定明暗区域的大致情况，如图 19-39 所示。完成润饰后的情况如图 19-40 所示。

对于铸铁件等粗糙表面，一般用墨点润饰较为直观，经过机械加工的光滑表面，则用线润饰较好。在同一张图上，可按实际需要混合运用这两种润饰法，如图 19-41 所示。

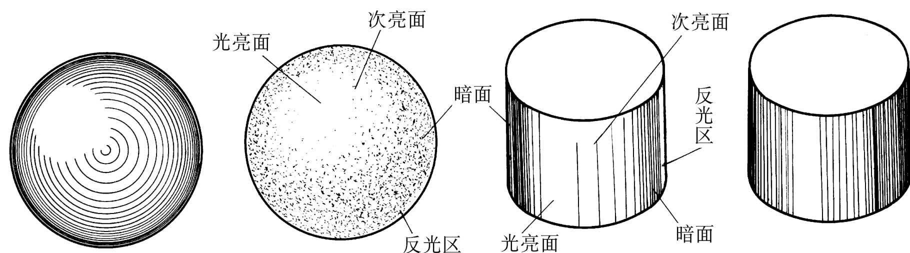
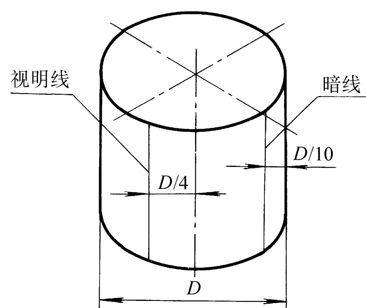


图 19-37



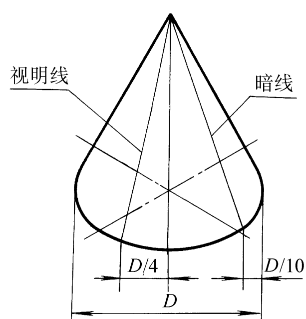
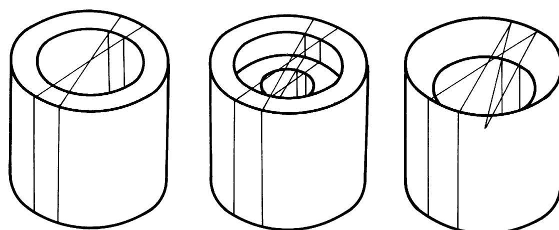


图 19-38



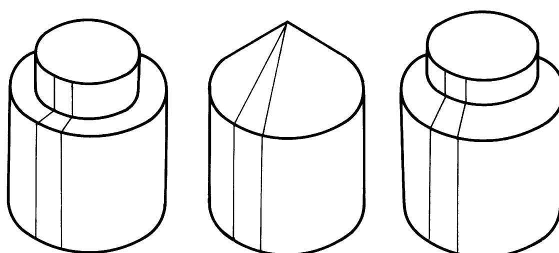


图 19-39

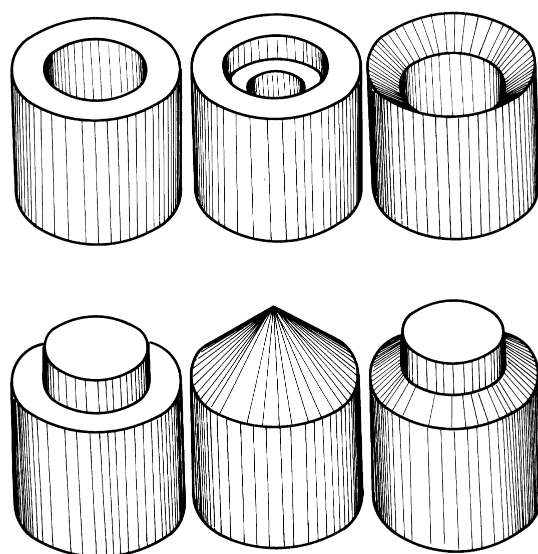


图 19-40

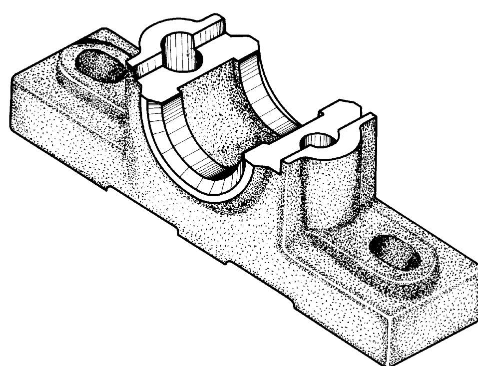


图 19-41

19.16 机构运动简图的轴测图画法

为叙述机构的空间关系，可将机构运动简图（图 19-42）改画成轴测图的形式，如图 19-43 所示，各运动构件用轴测图画出它们的示意轮廓。

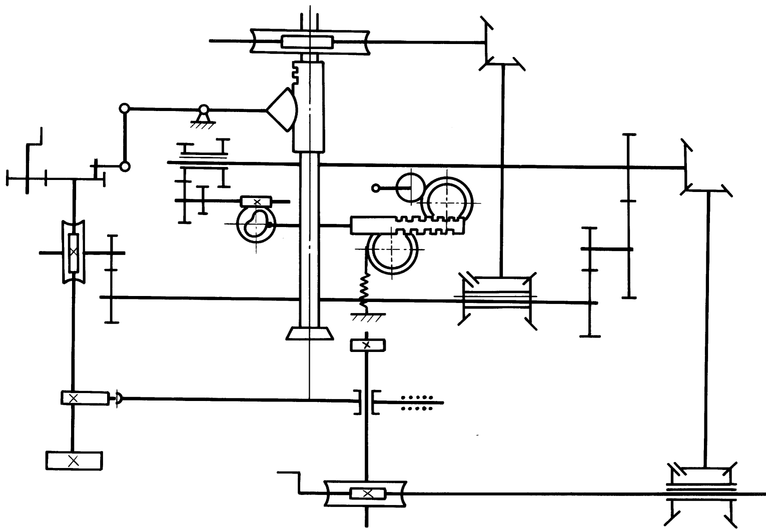


图 19-42

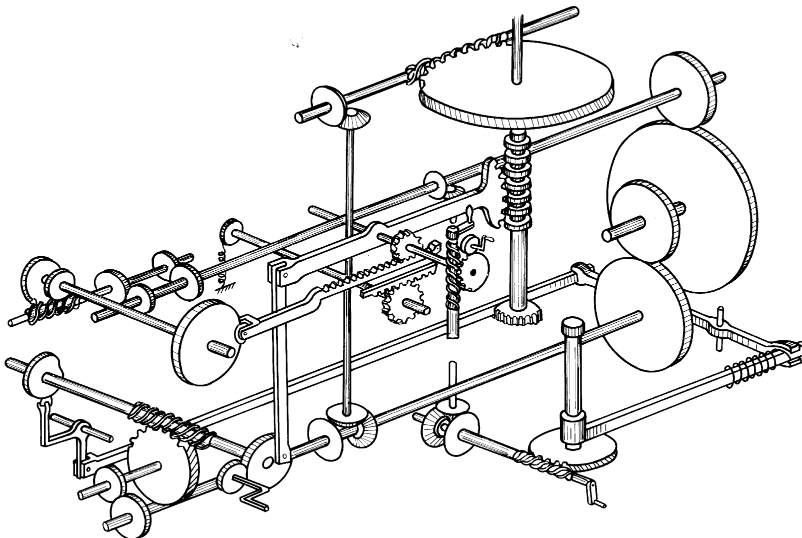


图 19-43

19.17 管路系统轴测图的画法

图 19-44 及图 19-45 是按 GB/T 6567.5—2008 的规定所画管路系统轴测图的示例，其作图要点如下：

（1）管路一律用粗实线绘制。对于两条空间交叉的管路，在图上应将被遮的管路画为断开的。

（2）管路附件按规定的形式画成正等测图。

（3）用平行于轴测轴的细实线画出管子所处的平面及相关的坐标平面（在水平面上画出与 Y 轴平行的细实线，在与水平面垂直的面上画出平行于 Z 轴的细实线）。

图 19-44 中右上方画细实线的三处管路都是倾斜的，既不平行坐标面，又不垂直坐标面。右下方画细实线的一处管路是由上而下与正面平行的。

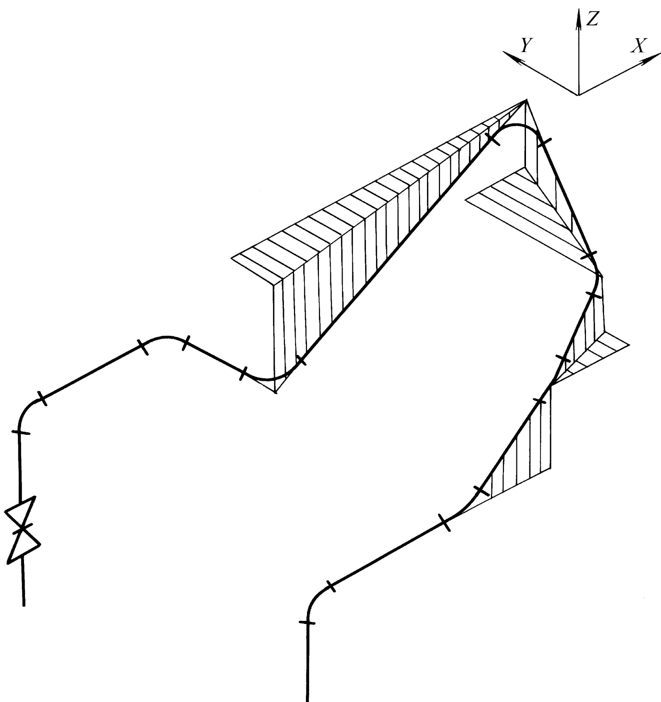


图 19-44

图 19-45 中画垂直细实线的一处为上下倾斜，但平行于侧面的管路。另外画细实线的两处是水平的管路。

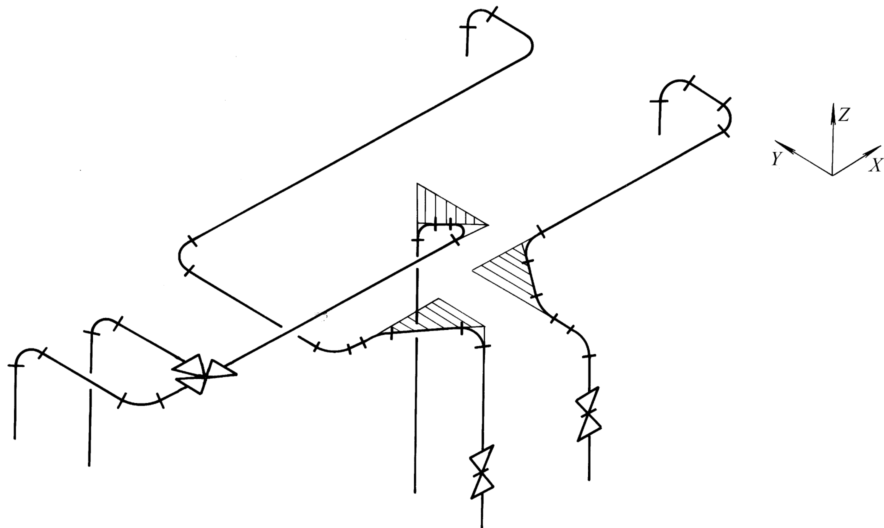


图 19-45

19.18　用图解法建立非标准轴测系的方法

19.18.1　建立非标准正轴测系的方法

1. 按选定的轴测投射方向（ε_1、ε_2）建立正轴测系的方法（图 19-46）

图 19-46 的作图步骤：

（1）在 X 轴上任选 X_1 点（图 19-46a）。

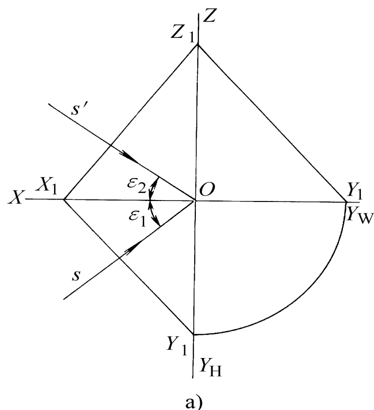
（2）过 X_1 分别作 s 及 s' 的垂线 X_1Y_1 及 X_1Z_1。

（3）按投影关系作出 Z_1Y_1。

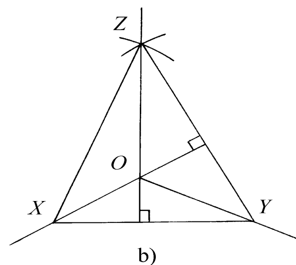
（4）以 X_1Y_1 为底，分别以 X_1Z_1 及 Y_1Z_1 为腰作三角形（图 19-46b）。

（5）作三角形的三条高线，交于 O_1 点。

（6）由 O_1X_1、O_1Y_1、O_1Z_1 确立的正轴测系即为所求。在画轴测图时将 O_1X_1、O_1Y_1、O_1Z_1 简化为 OX、OY、OZ。



a)



b)

图　19-46

2. 按选定的轴间角（各轴间角大于 90°），求轴向伸缩系数的方法（图 19-47）

图 19-47 的作图步骤：

（1）按给出的轴间角画轴测轴 X、Y、Z。

（2）在 X 轴上任取 A_1 点，并引直线 A_1B_1 与 Y 轴垂直，交 Z 轴于 B_1 点；再过 A_1 点引 Z 轴的垂线，与 Y 轴交于 C_1 点。

（3）分别以 A_1B_1 及 A_1C_1 为直径画半圆，与 Y 轴及 Z 轴交于 O_2 及 O_3 点。

（4）用直线连接 O_2A_1、O_2B_1、O_3A_1、O_3C_1，则 $O_2A_1 = O_3A_1$ 且为 OA_1 的实长，O_2B_1 为 OB_1 的实长，O_3C_1 为 OC_1 的实长，于是可知：$p_1 = \dfrac{OA_1}{O_2A_1}$，$q_1 = \dfrac{OC_1}{O_3C_1}$，$r_1 = \dfrac{OB_1}{O_2B_1}$。

（5）若分别在 O_2A_1、O_2B_1、O_3C_1 上再取 $O_21 = O_22 = O_33 = a$，即可画出边长为 a 的正立方体的正轴测图。

3. 在任选的正轴测系中绘制平行于各坐标面的圆的轴测投影的方法（图 19-48）

在图 19-48 中，只画了正面椭圆及侧面椭圆，水平椭圆的画法与此相似。

图 19-48 的作图步骤：

（1）在 $A_1B_1O_2$ 内任画一以 M 为圆心的圆。

（2）过 M 点引直线平行于 A_1B_1，与圆周交于 3、4，与 O_2A_1 交于 4′，与 O_2B_1 交于 3′。

（3）在 X 轴及 Z 轴上求得 4″及 3″，连 3″4″必平行于 A_1B_1，在 3″4″上求得 3_1、4_1、M_1，则 M_1 为椭圆的圆心，3_1、4_1 为长轴端点。

（4）以相同方法求出 1_1、2_1，即为短轴端点。

（5）过长、短轴端点画近似椭圆。

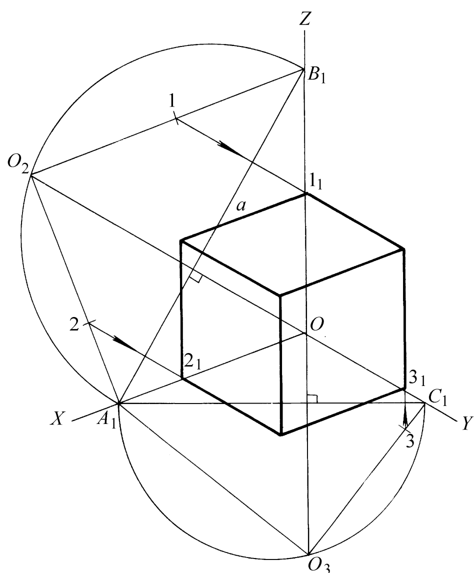


图 19-47

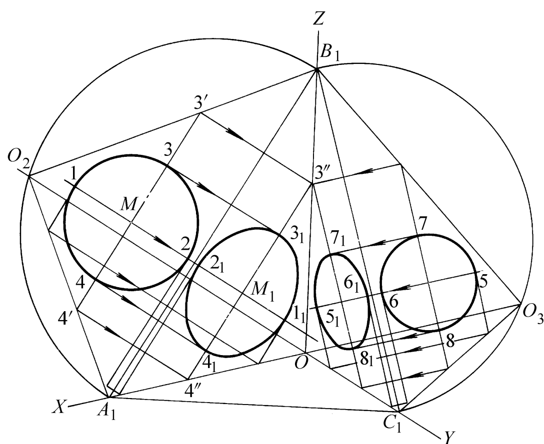


图 19-48

19.18.2 建立非标准正面斜轴测系的方法

1. 轴间角及轴向伸缩系数

在正面斜轴测系中轴间角∠XOZ 总是 90°，X 及 Z 的轴向伸缩系数亦总是 1；可变的因素是 Y 轴的轴倾角和 Y 轴的轴向伸缩系数，这两者之间无对应关系，可分别选择。经常采用的有轴倾角为 30°或 60°的非标准正面斜二测（图 19-49）和轴倾角为 30°或 60°的非标准正面斜等测（图 19-50）。

在正面斜二测中 Y 轴的轴向伸缩系数还可采用 0.75 或其他选定的数值。

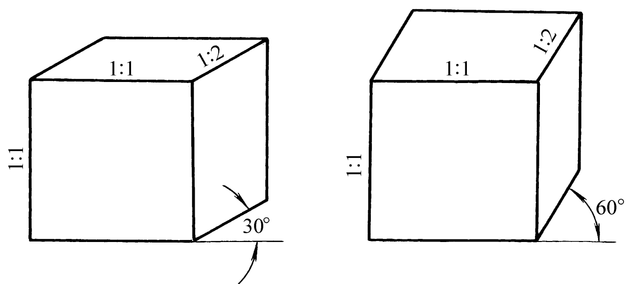


图 19-49

2. 水平椭圆的画法

如图 19-51 所示，用图解法确定椭圆长、短轴的方向及大小的步骤如下：

（1）在正面上画以 O_2 为圆心、与正方形内切的圆，并求出 O_2 在水平面上的对应点 O_3。

（2）连接 O_2O_3，并作 O_2O_3 的中垂线，与 OX 的延长线交于 B 点。

（3）以 B 点为圆心、O_2B 为半径画圆，与 OX 的延长线交于 A、C 两点。

（4）连接 O_2A、O_2C 得直角三角形 AO_2C，又连接 O_3A、O_3C 得另一直角三角形 AO_3C。

（5）O_2A 及 O_2C 的延长线与正面圆交于 1、2、3、4 各点，12、34 是圆的一对互相垂直的直径。

（6）O_3A 与 O_3C 是水平椭圆的长、短轴方向。

（7）过 1、2、3、4 各点分别引 O_2O_3 的平行线，与水平椭圆长、短轴交于 1_1、2_1、3_1、4_1 各点，即长、短轴的端点，画近似椭圆。

（8）根据椭圆长、短轴的长度与圆的直径之比，可计算出椭圆长、短轴方向的伸缩系数。

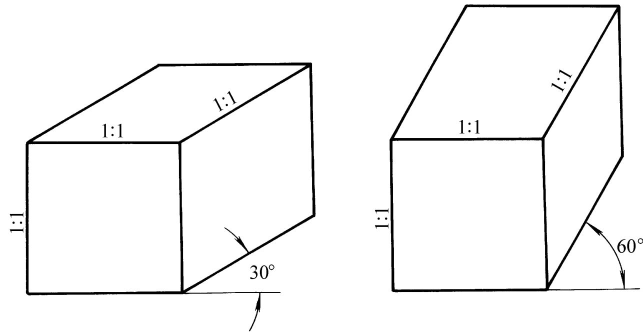


图　19-50

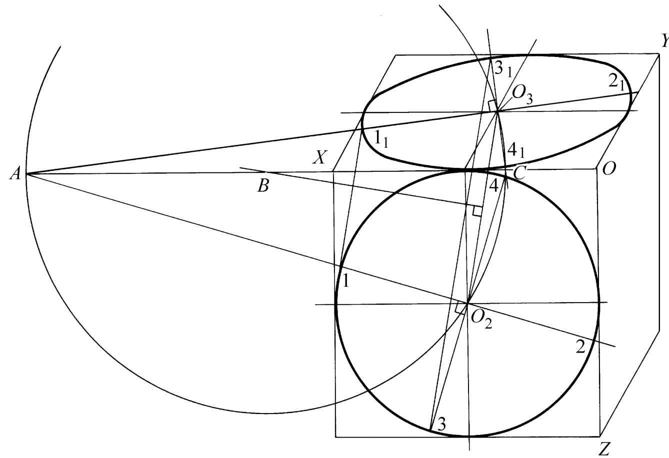


图　19-51

第 20 章　简图图形符号

20.1　机构运动图形符号

本节内容根据 GB/T 4460—1984 编写。

20.1.1　机构构件的运动（表 20-1）

表 20-1　机构构件的运动符号

名　　称		基　本　符　号	名　　称		基　本　符　号
运动轨迹		（直线运动）（回转运动）	示例	具有瞬时停顿的单向运动	（直线运动）（回转运动）
运动指向		（表示点沿轨迹运动的指向）		具有停留的单向运动	（直线运动）（回转运动）
中间位置的瞬时停顿		（直线运动）（回转运动）		具有局部反向的单向运动	（直线运动）（回转运动）
中间位置的停留				往复运动	（直线运动）（回转运动）
极限位置的停留				在一个极限位置停留的往复运动	（直线运动）（回转运动）
局部反向运动		（直线运动）（回转运动）		在两个极限位置停留的往复运动	（直线运动）（回转运动）
停止				在中间位置停留的往复运动	（直线运动）（回转运动）
示例	单向运动	（直线运动）（回转运动）可用符号：		具有局部反向及停留的单向运动	（直线运动）（回转运动）
				运动终止	（直线运动）（回转运动）

20.1.2 运动副（表 20-2）

表 20-2 运动副的符号

名称			基本符号	名称		基本符号
具有一个自由度的运动副	回转副	平面机构	可用符号：	具有两个自由度的运动副	圆柱副	可用符号：
		空间机构			球销副	
	棱柱副（移动副）		可用符号：	具有三个自由度的运动副	球面副	
					平面副	
	螺旋副		可用符号：	具有四个自由度的运动副	球与圆柱副	
				具有五个自由度的运动副	球与平面副	

20.1.3 构件及其组成部分（表 20-3）

表 20-3 构件及其组成部分的连接符号

名 称	基 本 符 号	名 称	基 本 符 号
机架	附加符号	组成部分与轴（杆）的固定连接	可用符号：
轴、杆			
构件组成部分的永久连接	可用符号： 附加符号：	构件组成部分的可调连接	可用符号：

20.1.4 多杆构件及其组成部分（表 20-4）

表 20-4 多杆构件及其组成部分的符号

名 称		基 本 符 号	名 称		基 本 符 号
低副机构		（注：细实线所画为相邻构件）	低副机构		（注：细实线所画为相邻构件）
单副元素构件	构件是回转副的一部分	a. 平面机构 b. 空间机构	单副元素构件	构件是棱柱副的一部分	可用符号：
	机架是回转副的一部分	a. 平面机构 可用符号： b. 空间机构		构件是圆柱副的一部分	

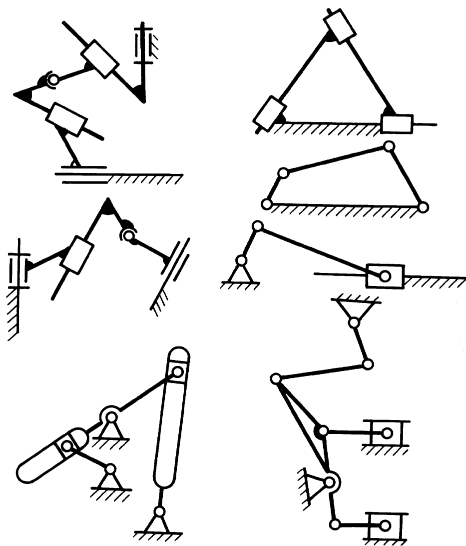
（续）

名　　称			基　本　符　号	名　　称			基　本　符　号
低副机构			（注：细实线所画为相邻构件）	低副机构			（注：细实线所画为相邻构件）
单副元素构件	构件是球面副的一部分			双副元素构件	连接回转副与棱柱副的构件	通用情况	
双副元素构件	连接两个回转副的构件	连杆	a. 平面机构 b. 空间机构			导杆	可用符号：
		曲　柄（或摇杆）	a. 平面机构 b. 空间机构				
		偏心轮				滑块	
	连接两个棱柱副的构件	通用情况		三副元素构件			可用符号： 附加符号：
		滑块	可用符号： θ θ				

（续）

名　　称	基　本　符　号	名　　称	基　本　符　号
多副元素构件	符号与双副元素、三副元素构件类似		

应用示例：



20. 1. 5　摩擦机构（表 20-5）

表 20-5　摩擦机构的符号

名　　称		基　本　符　号	名　　称		基　本　符　号
摩擦轮	圆柱轮	可用符号：	摩擦轮	曲线轮	可用符号：
	圆锥轮	可用符号：		冕状轮	可用符号：

（续）

名称			基本符号
摩擦轮	挠性轮		
摩擦传动	圆柱轮		可用符号：
	圆锥轮		可用符号：
	双曲面轮		可用符号：
	可调圆锥轮	通用情况	可用符号：
摩擦传动	可调圆锥轮	带中间体的可调圆锥轮	
		带可调圆环的圆锥轮	
		带可调球面轮的圆锥轮	
	可调冕状轮		可用符号：

（续）

名　　称	基　本　符　号	名　　称	基　本　符　号
注：若用单线绘制轮子，允许在两轮接触处留出空隙，如：		齿轮和摩擦轮符号的区别在于表示齿圈或摩擦表面的直线相对于表示轮辐平面的直线，两者的位置不同，如： 齿轮　　　摩擦轮	

20.1.6　齿轮机构（表 20-6）

表 20-6　齿轮机构的符号

名　　称			基　本　符　号	名　　称			基　本　符　号
齿轮（不指明齿线）	圆柱齿轮		可用符号：	齿轮符号	圆柱齿轮	斜齿	可用符号：
	锥齿轮		可用符号：			人字齿	可用符号：
	挠性齿轮				锥齿轮	直齿	可用符号：
齿线符号	圆柱齿轮	直齿	可用符号：			斜齿	可用符号：

（续）

名称			基本符号
齿线符号	锥齿轮	弧齿	可用符号：
齿轮传动（不指明齿线）	圆柱齿轮		可用符号：
	非圆齿轮		可用符号：
	锥齿轮		可用符号：

名称		基本符号
齿轮传动（不指明齿线）	准双曲面齿轮	可用符号：
	蜗轮与圆柱蜗杆	可用符号：
	蜗轮与球面蜗杆	可用符号：

（续）

名　　称		基　本　符　号	名　　称		基　本　符　号
齿轮传动（不指明齿线）	螺旋齿轮	可用符号：	齿条传动	蜗线齿条与蜗杆	可用符号：
				齿条与蜗杆	可用符号：
齿条传动	一般表示	可用符号：	扇形齿轮传动		可用符号：

20.1.7　凸轮机构（表 20-7）

表 20-7　凸轮机构的符号

名　　称	基　本　符　号	名　　称	基　本　符　号
盘形凸轮	沟槽盘形凸轮：	移动凸轮	
		与杆固接的凸轮	可调连接：

（续）

名　　称		基　本　符　号	名　　称		基　本　符　号
空间凸轮	圆柱凸轮	可用符号：	凸轮从动杆	曲面从动杆	可用符号：
	圆锥凸轮	可用符号：		滚子从动杆	可用符号：
	双曲面凸轮	可用符号：		平底从动杆	可用符号：
凸轮从动杆	尖顶从动杆	可用符号：			

20.1.8　槽轮机构及棘轮机构（表20-8）

表20-8　槽轮机构及棘轮机构的符号

名　　称		基　本　符　号	名　　称		基　本　符　号
槽轮机构	一般符号		槽轮机构	外啮合	可用符号：

（续）

名　　称		基　本　符　号	名　　称		基　本　符　号
槽轮机构	内啮合	可用符号：	棘轮机构	内啮合	可用符号：
棘轮机构	外啮合	可用符号：	棘轮机构	棘齿条啮合	

20.1.9　联轴器、离合器及制动器（表 20-9）

表 20-9　联轴器、离合器及制动器的符号

名　　称			基　本　符　号	名　　称			基　本　符　号
联轴器	一般符号（不指明类型）			可控离合器	一般符号		
联轴器	固定联轴器			可控离合器	啮合式离合器	单向式	可用符号：
联轴器	可移式联轴器			可控离合器	啮合式离合器	单向式	
联轴器	弹性联轴器			可控离合器	啮合式离合器	双向式	

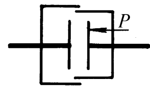
（续）

名称			基本符号
可控离合器	摩擦离合器	单向式	可用符号：
		双向式	可用符号：
	液压离合器		一般符号：
	电磁离合器		

名称			基本符号
自动离合器	一般符号		
	离心摩擦离合器		
	超越离合器		
	安全离合器	带有易损元件	
		无易损元件	
制动器	一般符号（不规定制动器外观）		

注：对于可控离合器、自动离合器及制动器，当需要表明操纵方式时，可使用下列符号：M—机动的，H—液动的，P—气动的，E—电动的。

例：下图为具有气动开关起动的单向摩擦离合器。



20.1.10 其他机构及其组件（表20-10）

表20-10 其他机构及其组件的符号

名称			基本符号	名称			基本符号
带传动	一般符号（不指明类型）			链传动	链的类型符号	滚子链	
带传动	传动带类型符号	V带		链传动	链的类型符号	无声链	
带传动	传动带类型符号	圆带		链传动	链的类型符号	示例：无声链传动	
带传动	传动带类型符号	同步带		螺杆传动	整体螺母		可用符号：
带传动	传动带类型符号	平带		螺杆传动	整体螺母		
带传动	传动带类型符号	示例：V带传动		螺杆传动	整体螺母		
轴上的宝塔轮				螺杆传动	开合螺母		可用符号：
链传动	一般符号（不指明类型）			螺杆传动	开合螺母		
链传动	链的类型符号	环形链		螺杆传动	滚珠螺母		可用符号：

（续）

名称			基本符号
挠性轴			可以只画一部分：
轴上飞轮			可用符号：
分度头			n 为分度数
轴承	向心轴承	普通轴承	
轴承	向心轴承	滚动轴承	可用符号：
轴承	推力轴承	单向推力普通轴承	
轴承	推力轴承	双向推力普通轴承	
轴承	推力轴承	推力滚动轴承	可用符号：
轴承	向心推力轴承	单向向心推力普通轴承	
轴承	向心推力轴承	双向向心推力普通轴承	
轴承	向心推力轴承	向心推力滚动轴承	可用符号：
弹簧		压缩弹簧	ϕ或□
弹簧		拉伸弹簧	
弹簧		扭转弹簧	
弹簧		碟形弹簧	

（续）

名称		基本符号	名称		基本符号
弹簧	截锥涡卷弹簧		原动机	通用符号（不指明类型）	
	涡卷弹簧			电动机一般符号：	
	板状弹簧			装在支架上的电动机	

20.1.11 机构简图示例

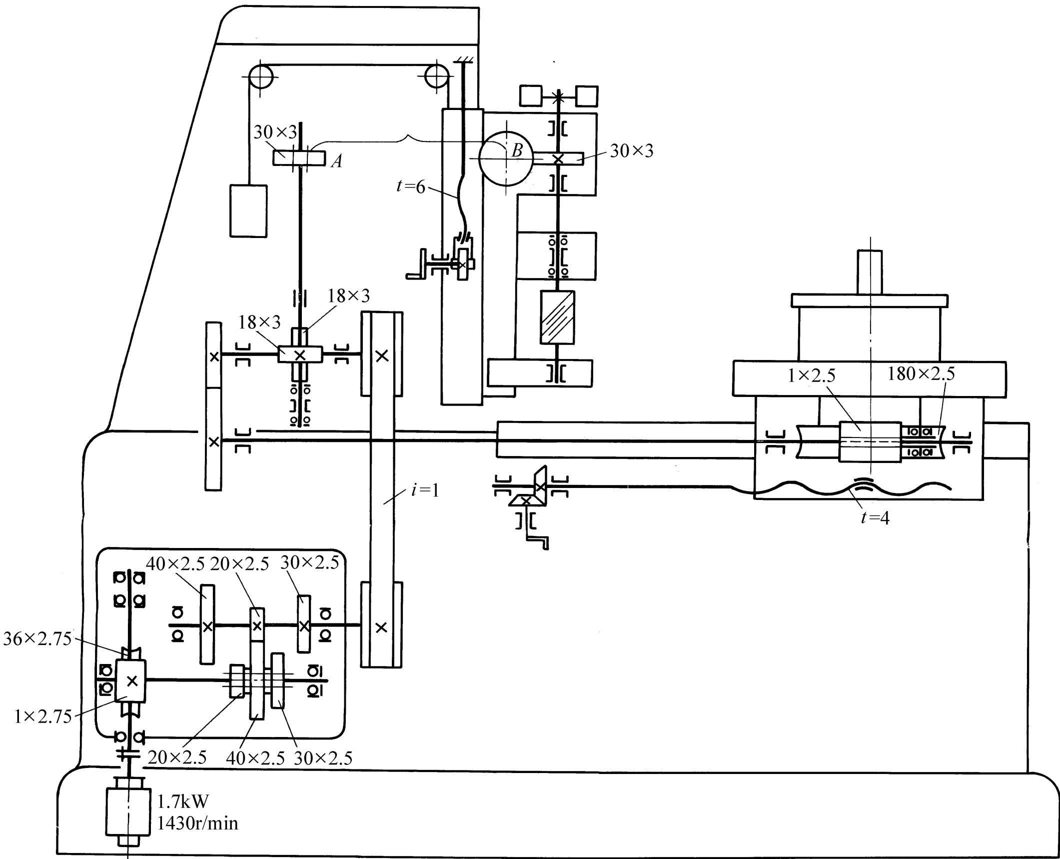


图 20-1

图 20-1 为精密蜗轮滚齿机简图。其传动系统由变速、进给、滚削三部分组成。图中除简图符号外还补充了文字符号，以说明齿数、模数、螺距、速比、功率、转速等。

在滚削传动系统中，齿轮 A 与 B 在空间直接啮合，由于简图为平面图，所以分开画出以求清晰，但用括号表明其啮合关系。

20.2 液压气动图形符号

本节内容根据 GB/T 786.1—2009《液压气动图形符号》编号。该标准所用的符号有三类：①详细符号——详细表示液压气动系统中元（辅）件功能的符号；②一般符号——不表示元（辅）件及装置的详细功能或形式时所用的符号；③简化符号——为简化绘图而省略一部分符号或用其他简单符号代替时所用的符号。详细符号通常与一般符号或简化符号对照使用。

上述符号均由符号要素及功能要素构成。

20.2.1 符号要素

符号要素是用于绘制元（辅）件、装置、流体管路等符号所用的基本图线或图形，见表 20-11。

表 20-11 符号要素

名称		符号	用途	名称		符号	用途
线	实线	0.1M	工作管路 控制供给管路 回油管路 电气线路	圆	大圆	6M	一般能量转换元件（泵、马达、压缩机）
	虚线	0.1M	控制管路 泄油管路或放气管路 过滤器 过渡位置		中圆	4M	测量仪表
	点画线	0.1M	组合元件框线		小圆	1M	单向元件 旋转接头 机械铰链 滚轮
	双线	1M 9M	活塞杆		圆点	0.75M	管路连接点
					半圆	3M 6M	限定旋转角度的摆动马达或泵

（续）

名称	符　　号	用　　途
正方形	4M 4M	控制元件 除电动机外的原动机
正方形	4M 4M	流体处理器件（过滤器、分离器、油雾器和热交换器等）
正方形	2M 2M	蓄能器重锤控制方法框线
长方形	9M 4M	缸
长方形	2M 4M	缸的活塞
长方形	2M 3M	控制方法框线
长方形	0.5M 2M	缸内缓冲
半矩形	1M 2M	回到油箱（主油箱可按比例放大）
囊形	4M 8M	压力油箱 气罐 蓄能器 辅助气瓶

注：$M=2.0$mm。

20.2.2　功能要素

功能要素是用于控制元（辅）件、装置的功能或动作的符号所用的基本图线或图形，见表20-12。

表20-12　功能要素

名称	符　　号	用　　途
正三角	2M 2M 2M	液压力作用方向
正三角	2M 2M 2M	气压力作用方向
直箭头	4M 4M	直线运动 流体流过阀的通路和方向

（续）

名称	符　　号	用　　途	名称	符　　号	用　　途
弧线箭头	9M 60°	旋转运动方向	其他	4M 2M	流过阀的路径和方向
				3M	温度指示或温度控制
				1.25M 0.125M 2.5M 2.5M	马达
长斜箭头	45° 9M	可调性符号（可调节的泵、弹簧、电磁铁等）		2.5M 2M	弹簧
				1M 3M 4.5M	节流通道
其他		电气符号		90° 1M	单向阀简化符号的阀座
	1M 1M	封闭油、气路或油、气口		4M 2M	流过阀的路径和方向

注：$M=2.0$mm。

20.2.3　管路、管路连接口及接头（表20-13）

表20-13　管路、管路连接口及接头符号示例

名称		符　　号	名称		符　　号
管路	连接管路		放气装置	连续放气	
	交叉管路			间断放气	
	柔性管路			单向放气	

（续）

名称		符　号	名称		符　号
管路连接口及接头	排气口	不带连接措施	管路连接口及接头	快换接头	带单向阀
		带连接措施		旋转接头	单通路
	快换接头	不带单向阀			三通路

20.2.4　控制机构及控制方法（表20-14、表20-15）

表20-14　机械控制件符号示例

名称	符　号	名称	符　号
杆	箭头可省略	锁定装置	＊开锁的控制方法，符号表示在矩形内
轴	箭头可省略		
定位装置		弹跳机构	

表 20-15　控制方法符号示例

名称	符　　号
人　力　控　制	
	一般符号：
按钮式	
拉钮式	
按-拉式	
手柄式	
踏板式	单向控制
双向踏板式	双向控制
机　械　控　制	
顶杆式	
可变行程控制式	
弹簧控制式	
滚轮式	两个方向操纵

名称		符　　号
机　械　控　制		
单向滚轮式		仅在一个方向上操纵，箭头可省略
电　气　控　制		
直线运动	单作用电磁铁	电气、引线符号可省略
	双作用电磁铁	
	单作用可调电磁操纵器	（比例电磁铁、力矩马达等）
	双作用可调电磁操纵器	（力矩马达）
旋转运动	电动机	M
压　力　控　制		
直接压力控制	加压或卸压控制	
	差动控制	2　1 必要时，可将面积比表示在相应的长方形中

（续）

名称		符　　号
压　力　控　制		
直接压力控制	内部压力控制	控制通路在元件内部
直接压力控制	外部压力控制	控制通路在元件外部
加　压　控　制		
先导控制（间接压力控制）	气压先导控制	内部压力控制
先导控制（间接压力控制）	液压先导控制	外部压力控制
先导控制（间接压力控制）	液压二级先导控制	内部压力控制 内部泄油
先导控制（间接压力控制）	气压—液压先导控制	气压外部压力控制 液压内部压力控制 外部泄油
先导控制（间接压力控制）	电磁—气压先导控制	单作用电磁铁一次控制 气压外部压力控制

名称		符　　号
加　压　控　制		
先导控制（间接压力控制）	电磁—液压先导控制	单作用电磁铁一次控制 液压外部压力控制 内部泄油
卸　压　控　制		
先导控制（间接压力控制）	液压先导控制	内部压力控制 内部泄油
先导控制（间接压力控制）	液压先导控制	内部压力控制 带遥控泄放口
先导控制（间接压力控制）	电磁—液压先导控制	单作用电磁铁一次控制 外部压力控制，外部泄油
先导控制（间接压力控制）	先导型压力控制阀	带压力调节弹簧，外部泄油， 带遥控泄放口
先导控制（间接压力控制）	先导型比例电磁式压力控制阀	先导级由比例电磁铁控制，外部泄油

（续）

名称		符　　号	名称		符　　号
外　反　馈			内　反　馈		
反馈	电反馈	一般符号：	反馈	机械反馈	伺服阀仿形控制回路
		电位器、差动变压器等位置检测器			

20.2.5　能量转换及储存装置（表20-16、表20-17）

表20-16　动力源及能量转换装置符号示例

名称		符　　号	名称		符　　号
动力源	液压源	一般符号：	泵和马达	液压马达	单方向流动 单方向旋转 变排量
	气压源	一般符号：		气马达	双向流动 双向旋转 定排量
	电动机	M		液压泵—马达	单向流动 单向旋转 定排量
	原动机	电动机除外　M		液压泵—马达	双向流动 双向旋转 手动变排量 外部泄油
泵和马达	泵 马达	一般符号： 液压泵　气马达		摆动气马达	定角度 双向摆动
	液压泵	单方向流动 单方向旋转 定排量			

（续）

名称		符　　号
泵和马达	液压整体式传动装置	单向旋转　变排量泵
	压力补偿变量泵	单向流动 压力可调 外部泄油
	变量泵—马达	一般符号：

名称		符　　号
特殊能量转换器	气—液转换器	单程作用　　连续作用 气压力转换成大体相等的液压力
	增压器	单程作用 P2 > P1　连续作用 P2 > P1 P1　P2　　P1 P2

表 20-17　能量储存器符号示例

名称			符　　号
缸	单作用缸	单活塞杆气缸	详细符号：　　简化符号：
		单活塞杆液压缸	详细符号：　　简化符号： 弹簧复位
	双作用缸	双活塞杆气缸	详细符号：　　简化符号：
		单活塞杆可调缓冲式液压缸	详细符号：　　简化符号： 2∶1 两端可调缓冲，活塞面积比 2∶1

名称			符　　号
缸	伸缩缸	单作用伸缩气缸	
		双作用伸缩液压缸	
蓄能器	囊式		一般符号
	活塞式		
	重锤式		
	弹簧式		

（续）

名称	符　　号		名称	符　　号
辅助气瓶	垂直绘制		气罐	

20.2.6　能量控制及调节（表20-18～表20-20）

表20-18　方向控制阀符号示例

名称	符　　号	名称		符　　号
二位二通手动换向阀	常闭	四通节流型换向阀	带负遮盖中间位置	
二位三通电磁换向阀	虚线表示过渡位置		带正遮盖中间位置	
二位五通液动换向阀		伺服阀		
三位四通电液换向阀	详细符号： 简化符号： 主阀：三位，四通，弹簧对中，内部压力控制 先导阀：三位，四通，弹簧对中，单作用电磁铁控制，带手动应急控制装置，外部泄油	单向阀（带弹簧）		详细符号：　简化符号：
		液控单向阀（带弹簧）		详细符号：　简化符号：
		或门型梭阀		详细符号：　简化符号：

（续）

名称	符　号	名称	符　号
与门型梭阀	详细符号：　简化符号：	快速排气阀	详细符号：　简化符号：

表 20-19　压力控制阀符号示例

名称		符　号	名称		符　号
减压阀	直动型减压阀	也用作减压阀一般符号	溢流阀	直动型溢流阀	也用作溢流阀一般符号
	先导型减压阀			先导型溢流阀	详细符号： 简化符号： 带遥控口
	溢流减压阀	气动			
顺序阀	直动型顺序阀	内部压力控制 外部压力控制 均为外部泄油 均可用作顺序阀一般符号	卸荷阀	直动型卸荷阀	也用作卸荷阀一般符号
	先导型顺序阀				

表 20-20　流量控制阀符号示例

名称		符　　号	名称		符　　号
节流阀	可调节流阀	详细符号： 简化符号： 无完全关闭位置 也用作节流阀一般符号	调速阀	普通型调速阀	详细符号：　简化符号： 箭头表示压力补偿
	截止阀	具有一个完全关闭位置		温度补偿型调速阀	详细符号：　简化符号： 箭头表示压力补偿
	滚轮控制可调节流阀（减速阀）			旁通型调速阀	详细符号：　简化符号： 箭头表示压力补偿
分流阀		箭头表示压力补偿			

20.2.7　流体的储存及调节（表 20-21、表 20-22）

表 20-21　油箱符号示例

名称	符　　号	名称	符　　号
通大气式油箱	管端在液面以上	通大气式油箱	管端在液面以下带空气过滤器

（续）

名称	符　　号	名称	符　　号
通大气式油箱	管端连接于油箱底部	加压油箱 或 密闭油箱	三条管路
	局部泄油或回油		

表 20-22　流体调节器（件）符号示例

名称		符　　号	名称		符　　号
过滤器		一般符号：	除油器	人工排出	
	带磁性滤芯			自动排出	
	带污染指示器		空气干燥器		
流体分离器	手动排水		油雾器		
	自动排水		气源处理装置		详细符号： 简化符号： 垂直箭头表示分离器
空气过滤器	带手动排水分离器				
	自动排水聚结式				

（续）

名称		符　　号	名称		符　　号
热交换器	冷却器	一般符号	热交换器	加热器	
		带冷却剂管路指示		温度调节器	

20. 2. 8　辅助元器件（表 20-23）

表 20-23　辅助元器件符号示例

名称		符　　号	名称		符　　号
压力检测器	压力指示器		流量检测器	检流计（液流指示器）	
	压力计			流量计	
				累计流量计	
	压差计		液位计		
	脉冲计数器	带电输出信号 n 带气动输出信号	温度计		
			转速仪		
			转矩仪		
			压力继电器		详细符号　一般符号

（续）

名称	符　　号	名称	符　　号
行程开关	详细符号　　一般符号	消声器	气动
模拟传感器	气动	报警器	气动

20. 2. 9　能量控制及调节元件符号的绘制规则

（1）能量控制及调节元件符号由一个长方形（包括正方形，下同）或互相连接的长方形构成，如图 20-2 所示。

（2）流动通路、连接点、单向及节流等功能符号，除另有规定外，均绘制在主符号中，如图 20-3 所示。

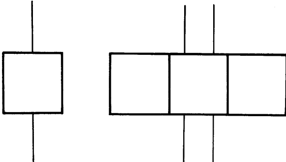


图　20-2

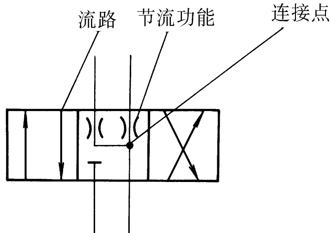


图　20-3

（3）泄油管路符号画在长方形的顶角处，如图 20-4a 所示；旋转型能量转换元件的泄油管路符号，画在与主管路符号呈 45°角的位置，如图 20-4b。

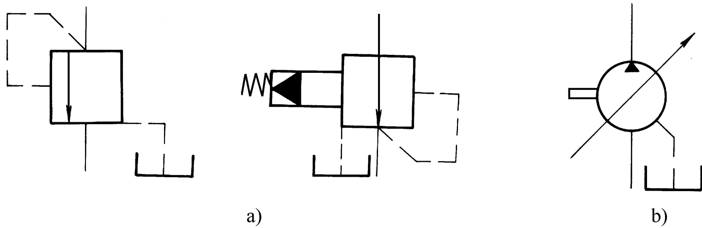


图　20-4

（4）过渡位置的控制，如图 20-5 所示，把相邻动作的长方形拉开，并用虚线相连。

（5）具有数个不同动作位置及节流程度连续变化的过渡位置的阀，在长方形上、下外侧各

画一条平行线表示，如图 20-6a 所示；为便于绘图，也可用其一般符号表示，如图 20-6b 所示。

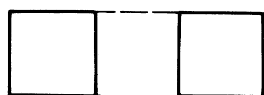


图 20-5

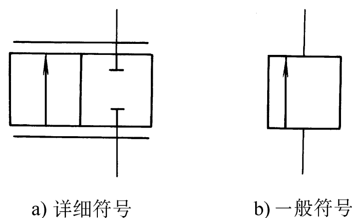


图 20-6

20. 2. 10 控制机构符号的绘制规则

1. 单一控制机构符号的绘制规则

（1）阀的控制机构符号可以画在长方形（元件符号）端部的任一位置，如图 20-7 所示。

（2）表示可调节元件的箭头可以延长或转折，与控制机构符号相连，如图 20-8 所示。



图 20-7

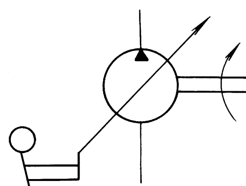


图 20-8

（3）双向控制的控制机构符号原则上只画出一个，如图 20-9 所示。

2. 复合控制机构符号的绘制规则

（1）三位或三位以上阀的中间位置控制符号绘制在该长方形内边框线向上或向下的延长线上，如图 20-10 所示。在不被误解的情况下，三位阀的中间位置的控制符号也可绘制在长方形的端线上，如图 20-11 所示。

（2）压力对中时，可以将功能要素符号的正三角形绘制在长方形的端线上，如图 20-12。

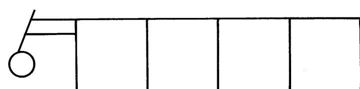


图 20-9

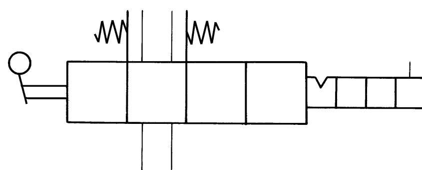


图 20-10

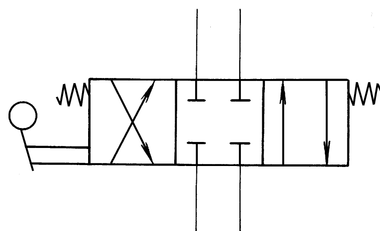


图 20-11

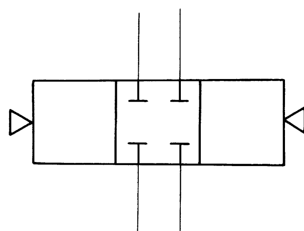


图 20-12

（3）先导控制（间接压力控制）元件中的内部控制管路和内部泄油管路，在简化符号中通常可省略（图 20-13），其单一外部控制管路和外部泄油管路均画在简化符号的一端，其他附加控制管路和泄油管路则画在另一端，元件符号必须画出所有的外部连接口，如图 20-14 所示。

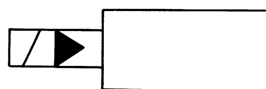


图　20-13

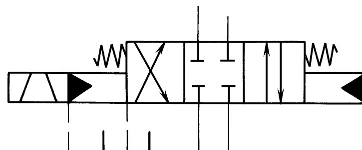


图　20-14

（4）选择控制的控制符号并列绘制，必要时，也可画在相应长方形边框线的延长线上，如图 20-15 所示。

（5）顺序控制的控制符号按顺序依次排列，如图 20-16 所示。

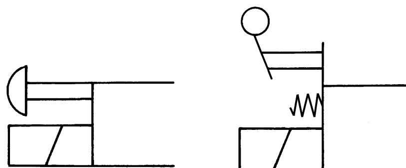


图　20-15

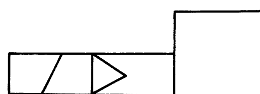


图　20-16

20. 2. 11　旋转式能量转换元件的旋转方向、流动方向及控制位置的标注规则

参阅表 20-24，旋转式能量转换元件的旋转方向、流动方向及控制位置的标注规则可归纳如下：

1. 旋转方向的标注

旋转方向用围绕主符号的同心圆弧表示，箭头从功率输入端指向功率输出端。双向旋转的元件只需标注其中一个旋转方向。通轴式元件应选定一端。

泵的旋转方向：箭头从转动轴指向输出管路。

马达的旋转方向：箭头从输入管路指向转动轴。

泵—马达的旋转方向：同泵的旋转方向。

2. 控制位置的标注

控制位置用位置指示线及该线上的标注表示。

控制位置指示线是一条垂直于可调节箭头的细实线，其交点即为元件的静止位置。

控制位置用字符 M、ϕ、N 表示：ϕ——零排量位置；M 及 N——最大排量的极限位置。

3. 旋转方向与控制位置关系的标注

必须表示旋转方向与控制位置的关系时，控制位置的标注字符写在同心圆弧箭头的顶端附近。

两个旋转方向的控制特性不同时，在同心圆弧的顶端近处分别写出不同特性的标注字符。

表 20-24　旋转方向、流动方向及控制位置的标注示例

名称、符号	说　　明	名称、符号	说　　明
定量液压马达	单方向旋转，不指示和流动方向有关的旋转方向箭头	可逆式变量液压泵	双向旋转 输入轴右向旋转时，*A* 口为输出口，变量机构在控制位置 *M* 处
可逆式定量液压泵 可逆式定量液压马达	双向旋转，双出轴，输入轴左向旋转时，*B* 口为输出口 *B* 口为输入口时，输出轴左向旋转	可逆式变量液压马达	*A* 口为入口时，输出轴向左旋转，变量机构在控制位置的 *N* 处
变量液压泵	单向旋转 不指示和流动方向有关的箭头	定量液压泵—马达	双向旋转 作泵功能时，输入轴右向旋转，*A* 口为输出口
变量液压泵	单向旋转 向控制位置 *N* 方向操作时，*A* 口为输出口	变量液压泵—马达	双向旋转 作泵功能时，输入轴右向旋转，*B* 口为输出口
变量液压马达	双向旋转 *B* 口为输入口时，输出轴左向旋转	变量液压泵—马达	单向旋转 作泵功能时，输入轴右向旋转，*A* 口为输出口，变量机构在控制位置 *M* 处

（续）

名称、符号	说　明	名称、符号	说　明
变量可逆式旋转泵—马达	双向旋转 作泵功能时，输入轴右向旋转，*A* 为输出口，变量机构在控制位置 *N* 处	定量/变量 可逆式旋转泵 M_{max} B A $M\phi$ $0\sim M_{max}$	双向旋转 输入轴右向旋转时，*A* 口为输出口，为变量液压泵功能。左向旋转时，为最大排量的定量泵

20.2.12　常用液压气动元件图形符号（表 20-25、表 20-26）

表 20-25　常用泵、马达、缸的符号

名称		符　号	名称		符　号
定量液压泵	单向定量液压泵		变量马达	单向变量马达	
	双向定量液压泵			双向变量马达	
变量液压泵	单向变量液压泵		泵—马达	定量液压泵—马达	
	双向变量液压泵			变量液压泵—马达	
定量马达	单向定量马达		液压整体式传动装置		
	双向定量马达		摆动马达		

（续）

名称		符　　号	名称		符　　号
单作用缸	单活塞杆缸	详细符号：　简化符号： 带弹簧	双作用缸	不可调单向缓冲缸	详细符号：　简化符号：
				可调单向缓冲缸	详细符号：　简化符号：
	伸缩缸			不可调双向缓冲缸	详细符号：　简化符号：
双作用缸	单活塞杆缸	详细符号：　简化符号：		可调单向缓冲缸	详细符号：　简化符号：
	双活塞杆缸	详细符号：　简化符号：		伸缩缸	

（续）

名称	符　　号	名称	符　　号
气—液转换器	单程作用　连续作用	增压器	单程作用　连续作用 P1　P2　P2＞P1　P1　P2

表 20-26　常用控制阀符号

名称		符　　号	名称		符　　号
溢流阀	直动型溢流阀	内部压力控制 外部压力控制 均可用作溢流阀一般符号	溢流阀	先导型电磁式溢流阀	
				先导型比例电磁式溢流阀	
	先导型溢流阀			卸荷溢流阀	
				双向溢流阀	直动型，外部泄油

（续）

名称		符　　号	名称		符　　号
减压阀	直动型减压阀	也用作减压阀一般符号	顺序阀	直动型顺序阀	也用作顺序阀一般符号
	先导型减压阀			先导型顺序阀	
	溢流减压阀		平衡阀（单向顺序阀）		
	先导型比例电磁式溢流减压阀				
	定比减压阀	3　1 减压比1/3	直动型卸荷阀		也用作卸荷阀一般符号
	定差减压阀				

（续）

名称		符　　号
制动阀		
节流阀	可调节流阀	详细符号：　简化符号：
节流阀	不可调节流阀	
节流阀	可调单向节流阀	
节流阀	截止阀	
节流阀	减速阀	
节流阀	带消声器的节流阀	

名称		符　　号
调速阀	普通型调速阀	详细符号：　简化符号：
调速阀	温度补偿型调速阀	详细符号：　简化符号：
调速阀	旁通型调速阀	详细符号：　简化符号：
调速阀	单向调速阀	详细符号：　简化符号：

（续）

名称	符　　号	名称	符　　号
分流阀		液压锁	
集流阀		或门型梭阀	详细符号： 简化符号：
分流集流阀		与门型梭阀	详细符号： 简化符号：
单向阀	详细符号：　简化符号：	快速排气阀	详细符号： 简化符号：
液控单向阀	详细符号：　简化符号：		

（续）

名称		符　　号
换向阀	二位二通换向阀	常闭　常开
换向阀	二位三通换向阀	带中间过渡位置
换向阀	二位四通换向阀	
换向阀	二位五通换向阀	
换向阀	三位三通换向阀	
换向阀	三位四通换向阀	
换向阀	三位五通换向阀	
换向阀	三位六通换向阀	
换向阀	四通电液伺服阀	（二级）

20.2.13　液压气动系统简图示例

图 20-17 所示为液压缸顺序控制液压系统简图；图 20-18 所示为气缸两次往复动作回路简图。

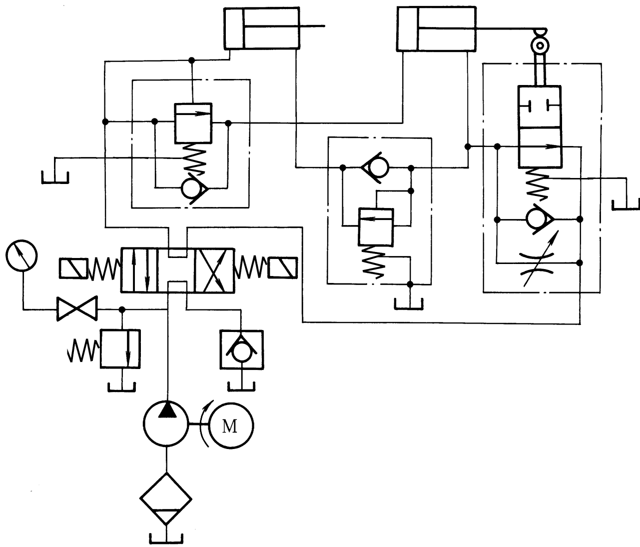


图 20-17

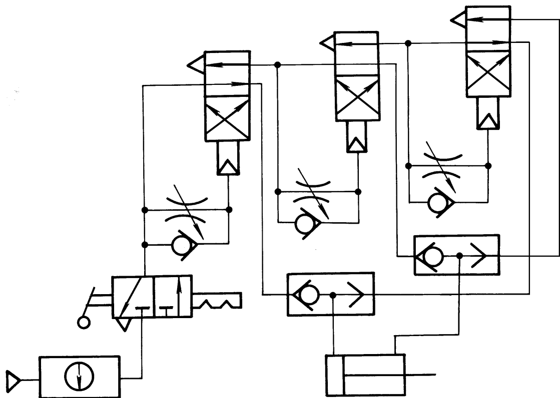


图 20-18

20.3 管路系统简图

20.3.1 管路、管件、阀门和控制元件的图形符号

管路、管件、阀门和控制元件的图形符号示于表 20-27 ~ 表 20-29。

表 20-27 管路的图形符号（GB/T 6567.2—2008）

名称			符号	名称		符号
管路	方法一	可见管路		管路	挠性管、软管	
		不可见管路			保护管	
		假想管路			保温管	
	方法二	表示介质的状态、类别和性质			夹套管	

（续）

名称		符　　号	名称			符　　号
管路	蒸汽伴热管		管路中常用介质的类别代号		空气	代号 A
	电伴热管				蒸汽	代号 S
	交叉管	d　$5d_{min}$			油	代号 O
					水	代号 W
	相交管	$3d\sim5d$　d	管路的标注	管径	对无缝钢管或有色金属管路，应采用"外径×壁厚"标注。如图中的 $\phi108\times4$，其中 ϕ 允许省略	$W\phi108\times4$　$S\phi32\times3$　$ADN40$
	弯折管					
	介质流向					
	管路坡度	0.002　3°　1:500			对水、煤气输送钢管、铸铁管、塑料管等其他管路应采用公称通径"DN"标注，如图所示	$WDN25$
管路的一般连接形式	螺纹联接					
	法兰连接			标高符号	一般采用的形式	h　45°　h 约为 3.5～5mm $b=\frac{1}{10}h$
	承插连接					
	焊接连接	$3d\sim5d$　d			也可采用的形式	

表 20-28　管件的图形符号（GB/T 6567.3—2008）

名称		符　　号	名称			符　　号
管接头	弯头（管）		管接头	内外螺纹接头		
	三通			同心异径管接头		
	四通			偏心异径管接头	同底	
	活接头				同顶	
	外接头			双承插管接头		

（续）

名称			符　　号	名称			符　　号
管接头	快换接头			管架	活动管架	一般形式	
管帽及其他	螺纹管帽					支（托）架	
	堵头					吊架	
	法兰盘					弹性支（托）架	
	盲板					弹性吊架	
	管间盲板				导向管架	一般形式	
伸缩器	波形伸缩器					支（托）架	
	套筒伸缩器					吊架	
	矩形伸缩器					弹性支（托）架	
	弧形伸缩器					弹性吊架	
	球形铰接器						
管架	固定管架	一般形式					
		支（托）架					
		吊架					

表 20-29　阀门和控制元件的图形符号（GB/T 6567.4—2008）

名称			符　　号	名称		符　　号
常用阀门	截止阀			常用阀门	减压阀	小三角形一端为高压端
	闸阀				疏水阀	
	节流阀				角阀	
	球阀				三通阀	
	蝶阀				四通阀	
	隔膜阀			阀门与管路一般连接形式	螺纹联接	
	旋塞阀				法兰连接	
	单向阀		流向由空白三角形至非空白三角形		焊接连接	
	溢流阀	弹簧式		控制元件	手动（包括脚动）元件	
		重锤式			自动元件	

（续）

名称		符　　号	名称		符　　号
控制元件	带弹簧薄膜元件		一般组合方式示例	人工控制阀	
	不带弹簧薄膜元件			电动阀	M
	活塞元件		传感元件	温度传感元件	
	电磁元件	Σ		压力传感元件	
	电动元件	M		流量传感元件	
	弹簧元件			湿度传感元件	
	浮球元件			水准传感元件	
	重锤元件		指示表（计）和记录仪	指示表（计）	
	遥控	至……		记录仪	

（续）

名称	符　　号		名称	符　　号	
传感元件和指示表（计）、记录仪的图形符号组合示例	温度指示表（计）		传感元件和指示表（计）、记录仪的图形符号组合示例	湿度记录仪	

20.3.2　管路系统简图示例

图 20-19 为管路常用符号应用的示例。

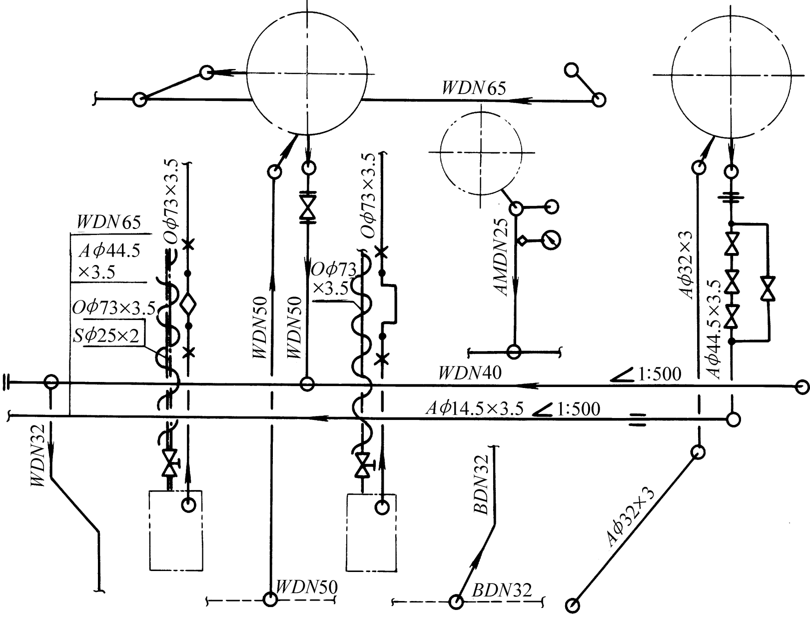


图　20-19

W—水　*B*—碱液　*A*—压缩空气　*O*—油　*AM*—氨　*S*—蒸汽

第 21 章　厂房建筑图及工艺设备平面布置图

21. 1　房屋建筑图的图示形式

21. 1. 1　正投影图

1. 立面图

从正面观察房屋所得的视图称正立面图（图 21-1a）；从侧面观察房屋所得的视图称侧立面图；从背面观察房屋所得的视图称背立面图。根据房屋的朝向可分为东立面，南立面，西立面及北立面图。

2. 平面图

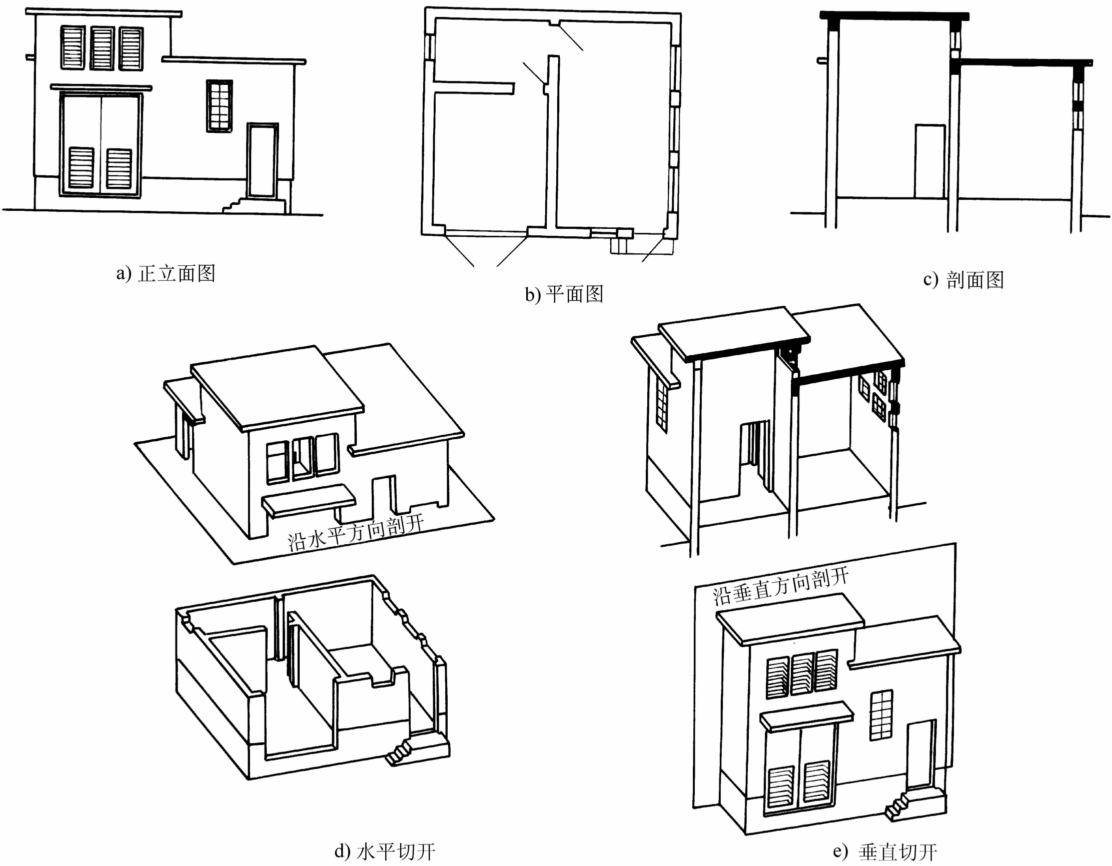


图　21-1

假设经过门窗沿水平方向把房屋切开（图 21-1d）移去上半部，从上向下投射而得的剖视图，称平面图（图 21-1b）。对多层房屋，沿底层切开投射而得的剖视图，称底层平面图；沿二层切开的称二层平面图；等等。

3. 剖面图

假设用正平面或侧平面沿垂直方向把房屋切开（图 21-1e）所得的剖视图，称剖面图（图 21-1c）。

通常把平面图放在正立面图的下面，根据图纸大小，也可以不画在同一张图纸上；其余各图根据需要可用不同的比例画在图纸空白处或同一张图纸上，但在各图形的下方都必须注明图名和比例。

21.1.2　透视图

透视图一般只用在建筑设计过程中，用以显示建筑建成后的外貌，研究建筑物的空间造型和立面处理，以便进行多种方案的比较。

21.1.3　轴测图

轴测图只作为辅助图样，用以帮助阅读正投影图。

21.2　房屋建筑图的有关规定

房屋建筑图应根据 GB/T 50001—2010《房屋建筑制图统一标准》和 GB/T 50104—2010《建筑制图标准》的规定绘制。

21.2.1　视图名称

房屋建筑图通常用立面图，平面图，剖面图等名称，与机械图的名称对照列于表 21-1。

表 21-1　房屋建筑图与机械图名称对照表

房屋建筑图	正立面图	侧立面图	背立面图	平面图
机械图	主视图	左视图或右视图	后视图	俯视方向的全剖视图

21.2.2　比例（表 21-2）

表 21-2　建筑图选用的比例

图　　名	比　　例
建筑物或构筑物的平面图，立面图，剖面图	1∶50，1∶100，1∶150，1∶200，1∶300
建筑物或构筑物的局部放大图	1∶10，1∶20，1∶25，1∶30，1∶50
配件及构造详图	1∶1，1∶2，1∶5，1∶10，1∶15，1∶20，1∶25，1∶30，1∶50
总平面图	1∶300，1∶500，1∶1000，1∶2000

21.2.3　图线（表 21-3）

各种线型在房屋平面图上的用法见图 21-2。

21.2.4　尺寸标注

1. 尺寸组成

尺寸由尺寸线，尺寸界线，尺寸起止符号和尺寸数字组成，如图 21-3 所示。

表 21-3　建筑图采用的图线

名称	线　型	线宽	用　　途
粗实线		b	1. 平、剖面图中被剖切的主要建筑构造（包括构配件）的轮廓线 2. 建筑立面图的外轮廓线 3. 建筑构造详图中被剖切的主要轮廓线 4. 建筑构配件详图中的构配件的外轮廓线
中粗实线		$0.7b$	1. 平、剖面图中被剖切的次要建筑构造（包括构配件）的轮廓线 2. 建筑平、立、剖面图中建筑构配件的轮廓线 3. 建筑构造详图及建筑构配件详图中一般轮廓线
细实线		$0.25b$	图例填充线、家具线、纹样线
中粗虚线		$0.7b$	1. 建筑构造详图及建筑构配件不可见的轮廓线 2. 平面图中梁式起重机（吊车）轮廓线 3. 拟、扩建的建筑物轮廓线
细虚线		$0.25b$	图例填充线、家具线
粗点画线		b	起重机（吊车）轨道线
细点画线		$0.25b$	中心线，对称线，定位轴线
折断线		$0.25b$	部分省略表示时的断开界线
波浪线		$0.25b$	部分省略表示时的断开界线 构造层次的断开界线

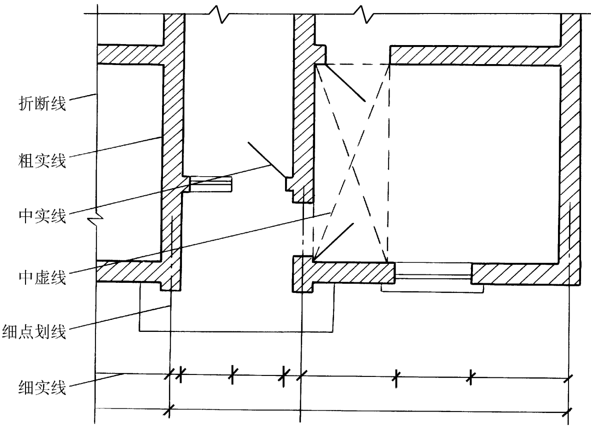


图　21-2

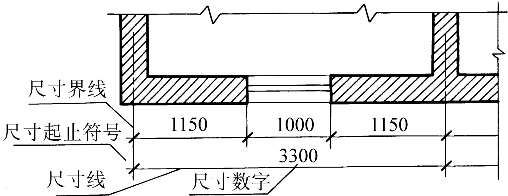


图　21-3

与机械图不同之点是尺寸单位的注写。在房屋建筑图中除标高及总平面图上以“m”为单位外，其余一律以“mm”为单位。和机械图一样，在设计图中尺寸数字都不注写单位，如图 21-3。

2. 建筑形体的尺寸标注

建筑形体应标注三种尺寸，即定形尺寸，定位尺寸和总尺寸。在建筑图中不须注出尺寸精度。为了在施工时不再重新计算尺寸，往往注出封闭的尺寸链，而且要求每一方向细部尺寸的总和等于该方向的总尺寸。图 21-4 是一肋式杯形基础的尺寸标注示例。

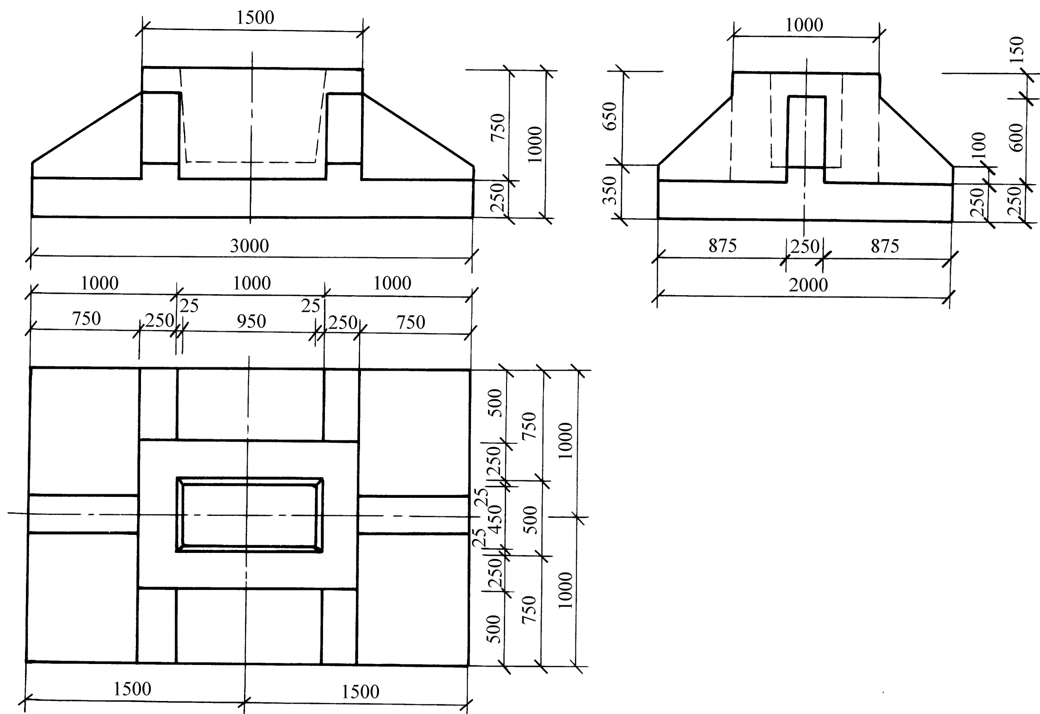


图 21-4

3. 尺寸的简化标注

凡是单线图（如桁架简图，钢筋简图，管线简图等），都可将长度尺寸数字直接注写在构件的一侧，如图 21-5a、b。

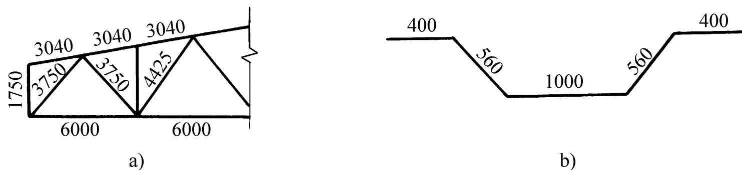


图 21-5

4. 标高

标高是表示建筑物的地面或某一部位的高度。标高尺寸都是以 m 为单位，一般注写到小数点后第三位，在总平面图上只要求注写到小数点后第二位。

按照 GB/T 50001—2010 的规定，用于总平面图的标高符号用全部涂黑的三角形表示，如图 21-6a；在其他图样上都用图 21-6b 所示符号表示。

零点标高注成 ±0.00。正数标高不写“+”，负数标高要写“-”，如图 21-6b 所示。一个图形中要表示几个不同标高时，可采用图 21-6c 的方法标注。

建筑施工图上用绝对标高和建筑标高两种方法表示不同的相对高度。

绝对标高是以海平面高度为零点。一般只用在总平面图上，用以标志新建筑所处地面的高度。有时在建筑施工图的首层平面图上也有注写，例如 ±0.000 = ▼50.000，表示该建筑物的首层地面高出海平面 50m。

建筑标高用来表示建筑物各部位的高度。都以该建筑物的首层室内地面高度作为零点（写作 ±0.000）。建筑标高用在除总平面图以外的其他施工图上。

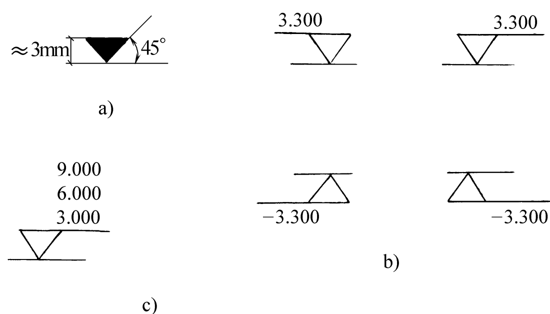


图 21-6

5. 定位轴线

在建筑图中，建筑物是个整体，为了便于施工时定位放线和查阅图样，采用定位轴线表示墙，柱的位置，并对各定位轴线加以编号。

定位轴线的表示方法及编号规定如下：

（1）定位轴线用细点长画线表示。从建筑物的承重墙或柱的中心线引出，在线端画一小圆圈（细实线），在圆圈内注写编号。

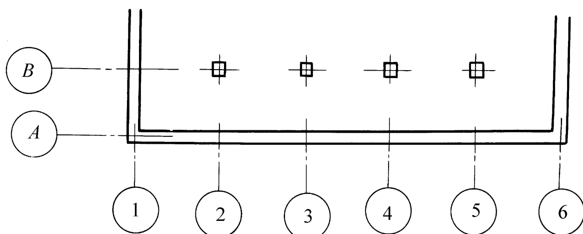


图 21-7

（2）定位轴线的编号如图 21-7 所示，在平面图上横向用阿拉伯数字从左至右顺序注写；竖向用大写拉丁字母由下而上顺序注写。轴线编号一般注写在平面图的下方及左侧。

当一组定位轴线为圆时，其编号用大写拉丁字母由外向内顺序注写；另一组轴线为过圆心的放射线时，其编号用阿拉伯数字按逆时针方向顺序注写。如图 21-8 所示。

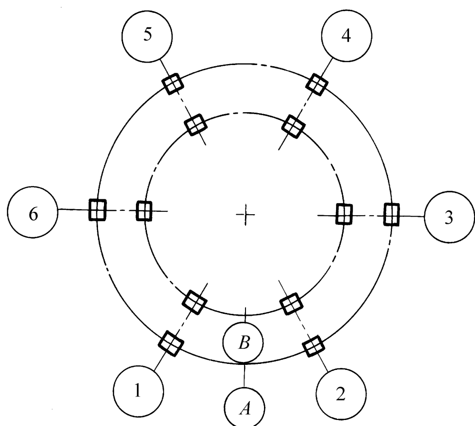


图 21-8

在两轴线之间，如需附加轴线时，编号可用分数表示，分母表示前一轴线的编号，分子表示后一轴线的编号。

例：

1/2　表示 2 号轴线后附加的第一根轴线；

3/C　表示 C 号轴线后附加的第三根轴线。

21.3 建筑总平面图

总平面图绘制在画有等高线或附有坐标方格网的地形图上，画出原有的和拟建的建筑物外轮廓的水平投影。

图 21-9 是某炼铁厂机修区的总平面图，该图是绘制在画有等高线的地形图上的。

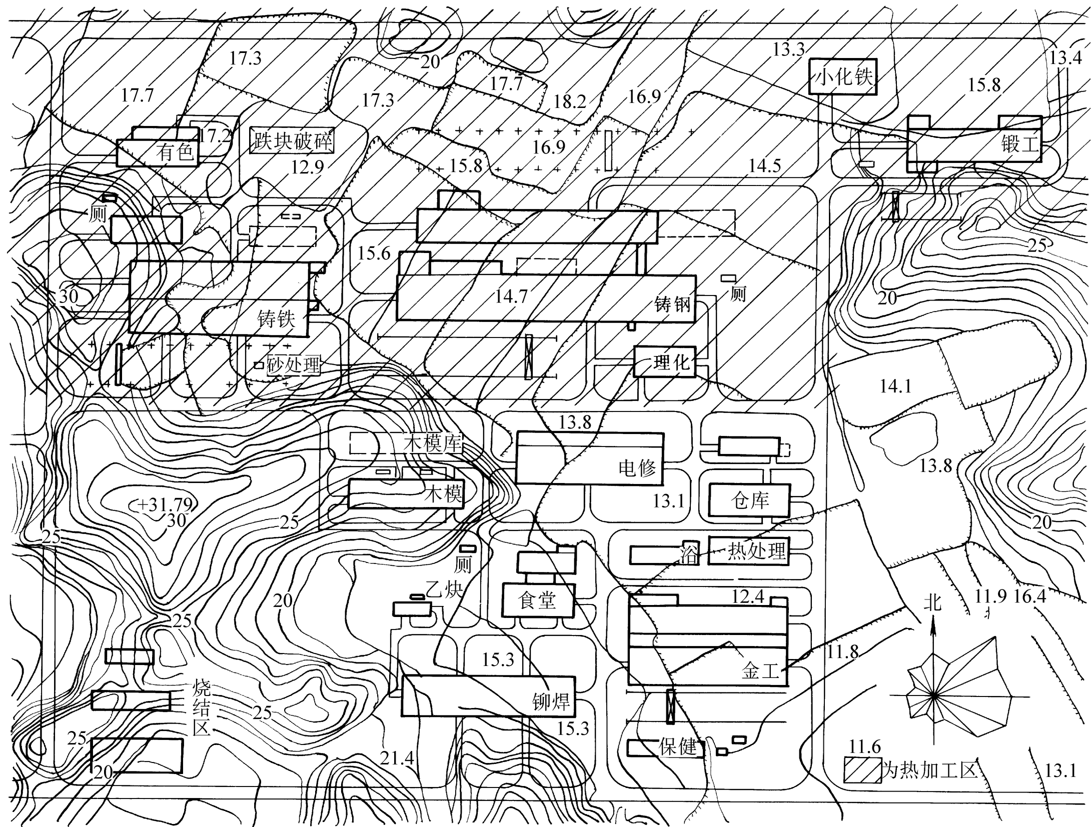


图 21-9

总平面图包括：

（1）原有的和拟建的建筑物的平面尺寸、方位和标高。

（2）厂区范围的道路，河流，桥梁等。

（3）厂区绿化设施的布置。

（4）厂区的风向和指北针。

（5）围墙。

总平面图中所用的图例都是按 GB/T 50103—2010 的规定，以一定的比例绘制的。对于国标中没有规定的图例，必须在图样中加以说明。

在总平面图中，要对原有建筑物和拟建建筑物进行编号并注写其名称。

总平面图中的常用图例见表 21-4。

表 21-4 总平面图中常用图例

名称	图例	说明
新建的建筑物		1. 上图为不画出入口图例，下图为画出入口图例 2. 需要时，可在图形内右上角以点数或数字（高层宜用数字）表示层数 3. 用粗实线表示
原有的建筑物		1. 应注明拟利用者 2. 用细实线表示
计划扩建的预留地或建筑物		用中粗虚线表示
拆除的建筑物		用细实线表示
新建的地下建筑物或构筑物		用粗虚线表示
敞棚或敞廊		—
漏斗式贮仓		左，右图为底卸式，中图为侧卸式
冷却塔（池）		应注明冷却塔或冷却池
水塔，贮罐		左图为水塔或立式贮罐，右图为卧式贮罐
烟囱		实线为烟囱下部直径，虚线为基础，必要时可注写烟囱高度和上、下口直径
围墙及大门		—
台阶		箭头指向表示向上
露天桥式起重机		“+”为柱子位置
露天电动葫芦		“+”为支架位置
门式起重机		上图表示有外伸臂 下图表示无外伸臂
坐标	X105.00 Y425.00 A131.51 B278.25	上图表示地形测量坐标系 下图表示自设坐标系
方格网交叉点标高	−0.50 | 77.85 78.35	“78.35”为原地面标高 “77.85”为设计标高 “−0.50”为施工高度 “−”表示挖方（“+”表示填方）
填方区、挖方区、未整平区及零点线	+ − + −	“+”表示填方区 “−”表示挖方区 中间为未整平区 点画线为零点线
填挖边坡		—
护坡		同上
地表排水方向		
排水明沟	107.50 1 40.00 107.50 1 40.00	1. 上图用于比例较大的图面，下图用于比例较小的图面 2. “1”表示1%，为沟底纵向坡度，“40.00”表示变坡点间距离，箭头表示水流方向 3. “107.50”为沟底标高（变坡点以“+”表示）

（续）

名　称	图　例	说　明	名　称	图　例	说　明
砌筑的排水明沟	1 40.00	—	原有的道路		—
	1 40.00		计划扩建的道路		—
有盖的排水沟	1 40.00	—	拆除的道路		—
	1 40.00		人行道		—
雨水口		—	新建的标准轨距铁路		—
消火栓井		—	原有的标准轨距铁路		—
室内标高	151.00 (±0.00)	数字平行于建筑物书写	桥梁		1. 上图为公路桥，下图为铁路桥 2. 用于旱桥时应注明
室外标高	143.00	也可采用等高线			
新建的道路	0.30% 100.00 R=6.00 107.50	“$R=6.00$”表示道路转弯半径；“107.50”为道路中心线交叉点设计标高，两种表示方式均可，同一图纸采用一种方式表示；“100.00”为变坡点之间距离，“0.30%”表示道路坡度，——表示坡向			

21.4　建筑施工图

21.4.1　建筑平面图

单层厂房只需画一个平面图，而多层厂房一般有几层就需画几个平面图，并要在图的下方注明相应的图名，如“底层平面图”，“二层平面图”等。

以单层厂房为例，如图21-10(见书末页)，在平面图中应表示以下基本内容：

（1）厂房的跨度，总长度，定位轴线，门、窗位置以及吊车梁的规格等。

（2）厂房中的门、窗用国标规定的图例表示，并要注明门、窗的代号和编号。门的代号是M；窗的代号是C。在代号的后面写上编号，如：M_1，M_2，…和C_1，C_2，…。同一编号表示同一类型的门窗，它们的构造和尺寸都一样。

国标规定的各种常用门窗的图例见表21-5。

（3）厂房内各生产部门（如车间，工段，小组等），辅助部门（如工具室、修理间、生活间等）的名称。

（4）注明所用的比例。当建筑为多层时，还需注明该建筑物是属于哪一层平面图。

（5）注明室内地面的标高。

（6）建筑物的朝向。在平面图上一般都需画出指北针。

（7）剖面图和详图的位置及编号。在平面图中用剖切线表示剖切位置，并画出剖视方向，注明剖面的编号，如图 21-10（见书末页）中的 1—1。

建筑平面图中常用的建筑配件图例见表 21-5（摘自 GB/T 50104—2010）。

从图 21-10（见书末页）某机加工车间的平面图中看出，该车间跨度（指车间横向的柱距）为 18m，纵向柱距为 6m，厂房生产部门共有七个柱距，全长 42m，辅助部门长 6m，厂房总长为 48m。

表 21-5　建筑构造及配件图例

名称	图　例	说　明	名称	图　例	说　明
隔断		1. 加注文字或涂色或图案填充表示各种材料的轻质隔断 2. 适用于到顶与不到顶隔断	风道		
楼梯		1. 上图为底层楼梯平面，中图为中间层楼梯平面，下图为顶层楼梯平面 2. 需设置靠墙扶手或中间扶手时应在图中表示	空门洞		
坡道		长坡道	单扇门（包括平开或单面弹簧）		1. 门的名称代号用 M 表示 2. 剖面图上左为外，右为内，平面图上下为外，上为内 3. 立面图上开启方向线交角的一侧为安装合页的一侧，实线为外开，虚线为内开 4. 平面图上的开启弧线及立面图上的开启方向线，在一般设计图上不需表示，仅在制作图上表示 5. 立面形式应按实际情况绘制
检查口		左图为可见检查孔 右图为不可见检查孔	双扇门（包括平开或单面弹簧）		
孔洞		阴影部分亦可填充灰度或涂色代替			
墙预留洞	宽×高 或 ϕ		墙外单扇推拉门		同上说明中的 1、2、5
墙预留槽	宽×高×深 或 ϕ				
烟道			墙外双扇推拉门		同上说明中的 1、2、5

（续）

名称	图　　例	说　　明	名称	图　　例	说　　明
双扇双面弹簧门		同上说明 1 ~ 5	立转窗		同上说明
竖向卷帘门		同上说明中的 1、2、5	单层内开平开窗		同上说明
固定窗		1. 窗的名称代号用 C 表示 2. 立面图中的斜线表示窗的开关方向，实线为外开，虚线为内开；开启方向线交角的一侧为安装合页的一侧，一般设计图中可不表示 3. 剖面图上左为外，右为内，平面图上下为外，上为内 4. 平、剖面图上的虚线仅说明开关方式，在设计图中不需表示 5. 窗的立面形式应按实际情况绘制	双层内外开平开窗		同上说明
上悬窗			百叶窗		同上说明
单层外开平开窗		同上说明	电梯		1. 电梯应注明类型 2. 门和平衡锤的位置应按实际情况绘制

21.4.2　建筑立面图

立面图表示厂房的外貌。通常要画出东、南、西、北四个方面的立面图才能把整个建筑物的立面表示清楚。但对外形较简单的小型建筑物，只需画出反映外貌特征的那一面立面图。图 21-10a 是南立面图，图 c 是东立面图。

立面图中一般要表示以下基本内容：

（1）房屋各部分的标高及总高度或突出部分最高点的标高尺寸。

多层厂房是标明各层层高，单层厂房没有层高之分。

（2）标明屋面的装修做法，一般在图样上用国标中规定的建筑材料图例表示，或用文字加以说明。常用的建筑材料图例见表 21-6（摘自 GB/T 50001—2010）。

（3）写明图样的比例和图名。

由于立面图的比例较小，不可能按投影原理把各个细部详细画出。因此，在不少地方是用规定的图例表示，另外再用详图或文字说明加以补充。习惯上对一些相同的细部（如门，窗等），只需画出一两个作为代表，其余可只画出轮廓线。

若建筑物左右对称时，正立面和背立面也可各画一半，单独布置或合并为一图。合并时应在图中间画一竖直点画线作为分界。

表 21-6　常用建筑材料图例

名　称	图　例	说　明	名　称	图　例	说　明
自然土壤		包括各种自然土壤	焦渣，矿渣		包括与水泥，石灰等混合而成的材料
夯实土壤			多孔材料		包括水泥珍珠岩、沥青珍珠岩、泡沫混凝土、非承重加气混凝土、泡沫塑料、软木等
砂，灰土		靠近轮廓线点较密的点	纤维材料		包括麻丝，玻璃棉，矿渣棉，木丝板，纤维板等
砂砾石，碎砖三合土			木　材		1. 上图为横断面，左上图为垫木、木砖、木龙骨 2. 下图为纵断面
石材			金　属		1. 包括各种金属 2. 图形小时，可涂黑
毛　石			网状材料		1. 包括金属、塑料等网状材料 2. 注明材料
普通砖		1. 包括砌体，砌块 2. 断面较窄，不易画出图例线时，可涂红	液　体		注明液体名称
耐火砖		包括耐酸砖等	玻　璃		包括平板玻璃、磨砂玻璃、夹丝玻璃、钢化玻璃等
空心砖		包括各种多孔砖	粉　刷		本图例点较稀
混凝土		1. 本图例仅适用于能承重的混凝土及钢筋混凝土 2. 包括各种标号，骨料，添加剂的混凝土 3. 在剖面图上画出钢筋时，不画图例线 4. 断面较窄，不易画出图例线时，可涂黑			
钢筋混凝土					

注：本表各图例（空心砖，木材除外）中的斜线、短斜线、交叉斜线等一律为 45°。

21. 4. 3　建筑剖面图

剖面图有横剖面图和纵剖面图。在厂房的建筑设计中，一般不画纵剖面图。但在工艺设计中有特殊要求时，也需画出。

图 21-10d 所示剖面 1—1 是一横剖面图。

剖面图中应表示的基本内容是：

（1）厂房内部结构，如柱、梁、屋架、屋面板以及墙、门窗等构件的组成关系和结构形式，并标注主要构件的标高尺寸。

厂房内部的剖面高度，一般是指屋架下弦底面的高度，通常等于或接近于柱顶标高。图21-10d所示剖面1—1中剖面高度为10m，轨顶标高8.2m。

（2）建筑物的楼地面、屋面等系用多层材料构成，在剖面图中一般是用引出线指明部位，并按其构造的层次顺序加以文字说明。若另有详图，则剖面图中可以不加说明。

（3）剖面图的比例与平、立面图一致。有时为了图示清楚，也可采用较大的比例画出。

（4）当剖面图用较大的比例绘制时，被剖切到的构件或配件的截面，一般都按材料图例画出。

上述的平、立、剖面图，是厂房建筑施工时的主要依据，是施工图中三种基本的图样。这三种图若绘制在同一张图纸上，它们之间应符合投影关系，若不是绘制在同一图纸上，它们相互对应的尺寸大小均应相同。

21.5 区划布置图

区划布置图按厂房绘制。一个厂房内可以包括一个车间或几个车间。若厂房仅有一个车间，则称车间区划布置图；若有几个车间则称厂房区划布置图。

区划布置图的比例一般采用1∶400；对于特大厂房允许用1∶800；很小厂房可采用1∶200。

区划图中使用的图例可参考表21-7，这些图例目前尚无统一标准，在区划布置图的空白处要画出图例符号。

表21-7　区划布置图上采用的图例

名　称	图　例	说明	名　称	图　例	说明
到屋架下弦或到顶棚的主墙、实心隔墙	————	粗实线	网状隔断	—×—×—×——×—	细实线
所有类型的轻型隔墙	————	细实线	通道	⊢— — — —⊣	细虚线
车间、工部、工段的界限	— — — —	细虚线	车间铁路线（入口）	————	粗实线
建筑物的柱子	＋	细实线	起重机轨道	⊢——·——·——⊣	细点画线

区划布置图的基本内容：

（1）厂房内各生产部门，辅助部门，生活服务部门的位置区划及它们的名称或代号。

（2）厂房的总长度，总宽度，跨距，柱距及建筑物的轴线标记。

（3）标明主干道，车间通道和铁路线入口。

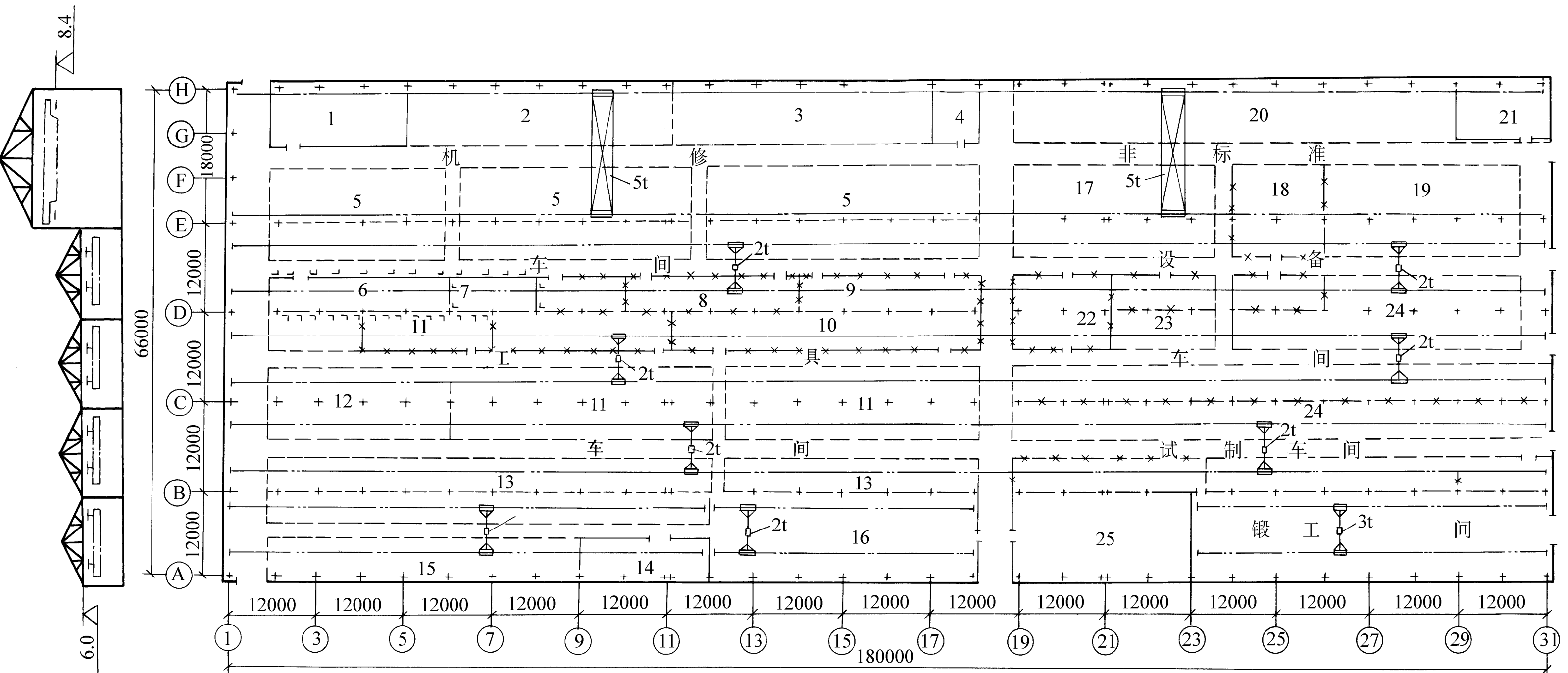


图 21-11

1—配电装置 2—钳工工段 3—拆卸装配地 4—装配浸渍工段 5—机械加工工段 6—装配工段 7—金属喷镀工段 8—备件和配套件库
9—材料库和备料工段 10—材料库和备料工段 11—冲压模具工段 12—钳工工段 13—刀具、量具和辅助工具工部 14—坐标镗床工段
15—样板钳工工段 16—热处理工段 17—备料工段 18—配套件库 19—焊接工段 20—机械加工装配工部 21—油漆工段
22—材料和备件库 23—工具分发室 24—机械加工工段 25—磨刀工段

（4）厂房内的起重运输设备，用规定的图例表示。

（5）在区划图的空白处，要用文字注明各跨间从建筑物的地坪到屋架下弦的标高或地坪到起重机轨顶的高度。当建筑物的断面复杂时，还需用单线画出厂房的横剖面或纵剖面图。

对于多层厂房，要分别绘制各层的区划布置图，并注明各层平面区划图的层次和标高。

图 21-11 是一厂房区划布置图。该厂房含有机修车间，工具车间，非标准设备车间、试制车间及锻工车间等。车间内部各部门的位置用代号表示。

21.6 工艺设备平面布置图

工艺设备平面布置图按厂房绘制。对特大的厂房也可按车间或工段分开绘制。设备平面布置图在一定比例的建筑平面图上绘制，按照厂房区划图划分的各部门位置进行设备和工作地的平面布置。为了在布置时便于确定各个设备的位置，一般是把建筑平面图绘制在坐标方格纸上，再在其上进行设备的布置。

对于设备平面布置图中所用的图例，目前尚无全国的统一标准，但一些设计部门各有其内部通用的规定图例。表 21-8 所列是推荐的一些常用图例及习惯画法，供参考。

表 21-8　工艺设备布置图上采用的图例

序号	名称	图　　例	说明	序号	名称	图　　例	说明
1	建筑构件砖隔墙			12	钢柱		
2	玻璃隔墙			13	柱子		
3	金属板隔墙						
4	网状隔断			14	地坑或洞口		
5	金属栏杆			15	地道或地沟		
6	屏蔽						
7	传递窗			16	烟道		
8	观察孔				**工艺设备**		
9	木栏杆						
10	吊车轨道			1	自动线		
11	车间内部通道						

（续）

序号	名称	图　　例	说明
2	工艺设备（机床等）和平面图上编号	N　N　N	三种注写方法均可
3	车间原有的不搬动的工艺设备	N	当做改建平面布置时，注写方法同上
4	工艺设备与中间柱子的尺寸注法	1000　1300　1700	
5	工艺设备与墙边的尺寸注法	800　900	
6	设备自带的附属装置：D—电器柜，X—吸尘器，Y—液压箱，P—变频机组，S—冷却水器，Z—F—直流发电机组，C—操作箱，W—温度控制箱，D-K—电机扩大机，D-Y—电解液	× ×	× ×—附属装置名称。一般用汉语拼音第一个字母代表
7	工人操作位置		
8	看管多台机床的操作位置		

序号	名称	图　　例	说明
9	钳工台		
10	工作台 G—工作台，J—检验台，X—划线台，Z—装配台	× ×	包括：划线台，检验台，装配台等，其名称可用汉语拼音第一个字母代表，或写名称
11	柜子		
12	架子		
13	设备备用位置		
14	毛坯和零件存放地	× × × × ×	写名称
			不写名称
15	通风罩柜		
16	单侧抽风槽		
17	双侧抽风槽		
	工业液体，气体和电力供应点		
1	冷水供应点		

（续）

序号	名称	图　　例	说明	序号	名称	图　　例	说明
2	供排水点			14	普通三相电力插座		
3	消火栓			15	动力或照明配电盘		
4	地漏				**起重运输设备**（区划布置图和平面布置图）		
5	热水供应点	R		1	轻便铁轨		
6	盥洗盆			2	带小车的轻便铁轨		
7	盥洗槽			3	单列辊道		
8	污水池			4	双列辊道		
9	压缩空气供应点 $p \leqslant 0.3$MPa			5	电动单轨葫芦	$Q=\cdots$t	
10	同上，$p=0.4\sim0.8$MPa			6	手动单轨葫芦	$Q=\cdots$t	
11	动力蒸汽供应点			7	气动单轨葫芦	$Q=\cdots$t	
12	气体供应点	XX	包括各种气体，如氢气，氧气，煤气，乙炔等。可用名称的汉语拼音第一个字母代表	8	电动旋臂吊车		
13	普通单相电力插座						

（续）

序号	名称	图　例	说明
9	手动旋臂吊车		
10	气动旋臂吊车		
11	悬臂式吊车（在平面图上）	$Q=\cdots t/\cdots m$	
	同　上（在建筑物剖面图上）		
12	桥式起重机（在平面图上）	$Q=\cdots t$ $L_k=\cdots m$	
	同　上（在剖面图上）		
13	梁式起重机（在平面图上）	$Q=\cdots t$ $L_k=\cdots m$	
	同　上（在剖面图上）		
14	悬挂式起重机（在平面图上）	$Q=\cdots t$ $L_k=\cdots m$	
	同　上（在剖面图上）		
15	带式运输机		
16	滑槽滑道		
17	升降式悬挂链	+5.5　+2.2	
18	带连接单轨的悬挂链式输送机		

在平面布置图上的建筑物定位轴线应和建筑平面图，区划布置图上的标记一致。

建筑物的结构，门窗等的尺寸，在设备平面图中可不标注。

设备平面图的常用比例为1∶100，大型厂房可用1∶200。当需要绘制剖面图时，可按建筑物的比例绘制。

设备平面布置图的基本内容是：

（1）按规定图例表示建筑物的外墙和内墙、柱子、门洞和窗洞、大门、地下室、地道、主要地沟、夹层、各种孔（洞）和走廊等。

（2）注出厂房的主要尺寸（总长度、总宽度跨距和柱距）和主要间隔的内部尺寸。

（3）在图纸空白处注明地坪到厂房屋架下弦的标高。有起重机时，还需注明地坪到起重机轨顶或轨底的标高。必要时应绘制厂房剖面图。

（4）各种工艺设备（机床等），工作台和架的位置；材料、毛坯、半成品及成品的堆放位置；检验工作地的位置及操作者的位置等。

（5）起重运输设备用规定的图例表示，并要注明起重吨位和起重机的跨度。

（6）注写厂房内各车间、工部、工段及辅助服务部门的名称或代号。

（7）设备及工作台、架在平面布置图上要逐个编号。一般在平面图上分车间按工段从左向右，然后由上到下依次用阿拉伯数字注写连贯的顺序号；每台设备或工作台、架都应有自己的独立编号；对同一型号和规格的重复设备及工作台、架用同一编号注写。

车间设备明细表（或设备清单）应附在设备平面布置图之后，或单独装订成册，设备明细表的格式可参考表21-9。

表21-9　平面图的设备明细表（设备清单）

序号	平面图上编号	设备名称及主要技术规格	型号或图号	外形尺寸/mm	数量	重量/kg		电容量/kW		设备价格/元		制造厂	附注
						单重	总重	单台	共计	单价	总价		

图21-12是设备平面布置图（局部）的示例。

布置设备时，设计人员将工艺设备和主要生产器具按其平面轮廓以一定比例制成模板，进行多方案的比较，然后按最优布置方案画出设备布置图。

设备模板一般用厚纸板、塑料片、明胶片或金属片制成，操作者的位置附在模板上。

图21-13是设备模板的示例。

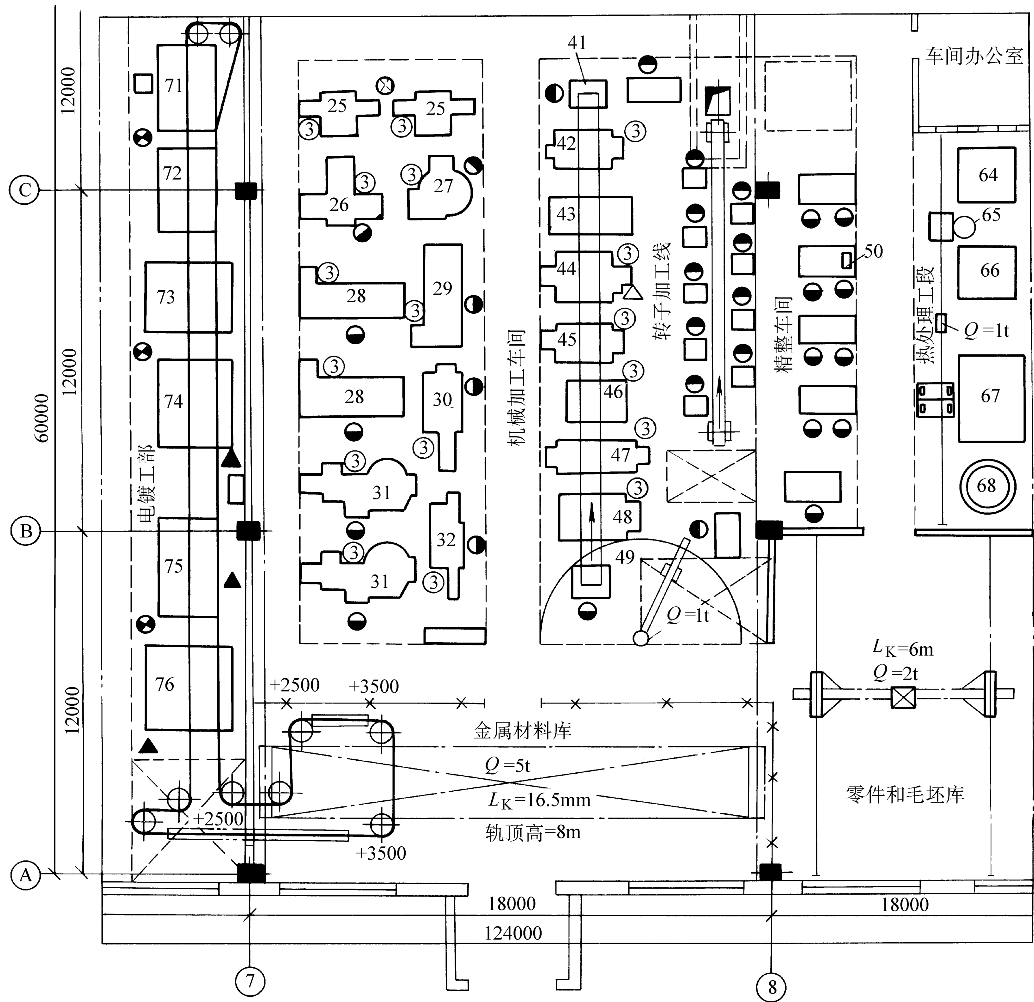

12000
12000
60000
12000
C
B
A
71
72
73
74
75
76
电镀工部
25
25
26
27
28
29
28
30
31
32
31
41
42
43
44
45
46
47
48
49
机械加工车间
转子加工线
精整车间
50
车间办公室
64
65
66
67
68
热处理工段
Q=1t
Q=1t
L_K=6m
Q=2t
+2500
+3500
金属材料库
Q=5t
L_K=16.5mm
轨顶高=8m
+2500
+3500
零件和毛坯库
18000
18000
124000
7
8

图 21-12

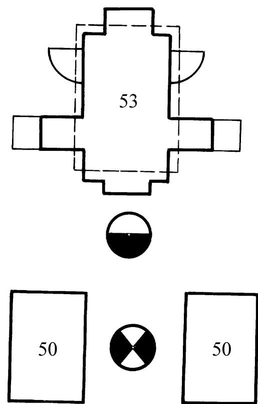

53
50
50

图 21-13

第 22 章　机械制图国外标准简介

为了便于国际间的技术交流，阅读国外机械工程图样，下面按机械制图标准的内容简要介绍 ISO、美国、前苏联、日本的某些主要标准。

22.1　图纸幅面及格式

表 22-1 为 ISO、美国、俄罗斯和日本规定的图纸幅面代号及尺寸。

表 22-1　幅面代号及有关尺寸

	ISO 5457—1999	美国 ANSI Y14.1—2005	前苏联 CT　CЭB　140—78	日本 JIS B0001—2000
幅面尺寸及代号	A 系列有五种代号，即 A0 ~ A4，其中 A0 的尺寸为 841 × 1189 专门加长的尺寸系列：A3 × 3，A3 × 4，A4 × 3，A4 × 4，A4 × 5，其中 A3 × 3 的尺寸为 420 × 891 特殊加长的尺寸系列：A0 × 2，A0 × 3，A1 × 3，A1 × 4，A2 × 3，A2 × 4，A2 × 5，A3 × 5，A3 × 6，A3 × 7，A4 × 6，A4 × 7，A4 × 8，A4 × 9	平式纸有 A、B、C、D、E、F 六种代号，其尺寸以 in 为单位： A：8.5 × 11 B：11 × 17 C：17 × 22 D：22 × 34 E：34 × 44 F：28 × 40 卷式纸有四种： G：宽 11in H：宽 28 J：宽 34 K：宽 40	有五种幅面代号，即 A0 ~ A4，必要时可采用 A5 也可采用加长幅面，按 A4 号纸的 210 或 297 的长成整数倍增加	有五种代号，即 A0 ~ A4 A0 图纸面积为 0.841 × 1.189 = 1m^2 另有加长系列，加长方法与 ISO 相同
图框尺寸	不需装订时，对 A0、A1 各边留 20；对 A2、A3、A4 各边留 10 需要装订时，各种图幅的装订边一律为 20，其他三边仍照不装订时的规定	图框留的边宽随图纸的不同而变化，如对 A 号纸，在长边上留 0.38in，在短边上留 0.25in	装订边为 20	需要装订时，装订边为 25，其他边对 A0 ~ A1 为 20；对 A2 ~ A4 为 10。不装订时，对 A0、A1 为 20，对 A2 ~ A4 各边均为 10

注：表中尺寸的单位，除美国标准外，均为 mm。

ISO 还规定了方向符号（图 22-1）和剪切符号（图 22-2），它们在图上的应用如图 2-3。

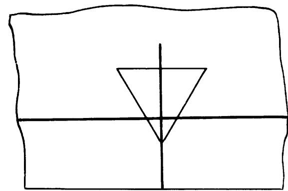


图　22-1

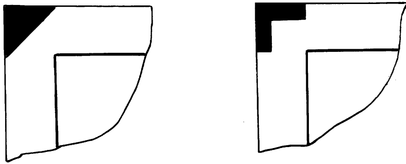


图　22-2

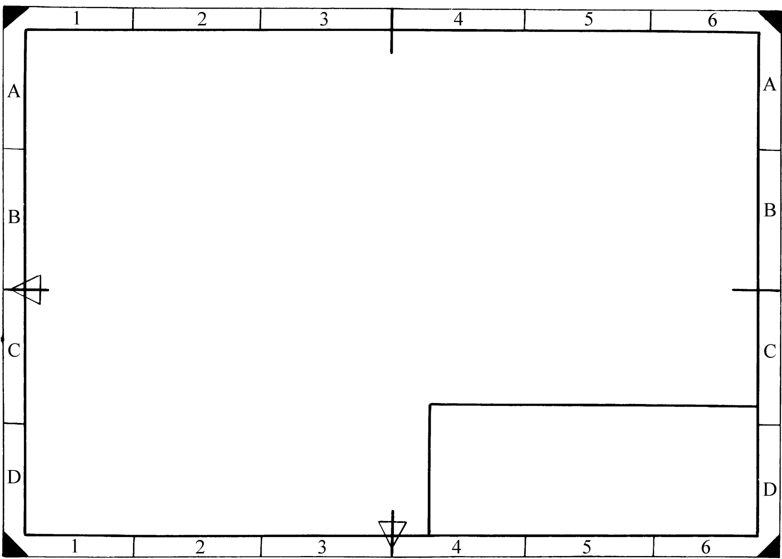


图 22-3

22.2 比例

表 22-2 为 ISO、美国、前苏联及日本规定的比例。

表 22-2 比 例

	ISO 5455—1979	美 国	前苏联 ГОСТ 2.302—68	日本 JIS B0001—2000
比例种类	原大 1∶1 缩小比例有: 1∶2,1∶5,1∶10,1∶20,1∶50,1∶100,1∶200,1∶500,1∶1000,1∶2000,1∶5000,1∶10000 放大比例有: 2∶1,5∶1,10∶1,20∶1,50∶1 允许沿放大或缩小比例向两个方向延伸	原大 1 = 1″ 缩小比例有: $\frac{1''}{2}=1''$ $\frac{1''}{4}=1''$ $\frac{1''}{8}=1''$等 放大比例有 2″=1″ 4″=1″等	原大 1∶1 缩小比例有: 1∶2,1∶2.5,1∶4,1∶5,1∶10,1∶15,1∶20,1∶25,1∶40,1∶50等 放大比例有: 2∶1,2.5∶1,4∶1,5∶1,10∶1等	原大 1∶1 缩小比例有: 第一系列:1∶2,1∶5,1∶10,1∶20,1∶50,1∶100,1∶200 第二系列:1∶$\sqrt{2}$,1∶2.5,1∶2$\sqrt{2}$,1∶3,1∶4,1∶5$\sqrt{2}$,1∶25,1∶250 放大比例有: 第一系列:2∶1,5∶1,10∶1,20∶1,50∶1 第二系列:$\sqrt{2}$∶1,2.5$\sqrt{2}$∶1,100∶1

22.3 图线

表 22-3 为 ISO、美国等规定的图线种类和宽度。

表 22-3　图线种类及宽度

	ISO 128—20—1996	美国 ANSI Y14. 2M—2008	前苏联 ГОСТ 2. 302—68	日本 JIS B0001—2000
图线种类	有 10 种图线： 粗实线　A（图线代号） 细实线　B 波浪线　C 双折线　D 粗虚线　E 细虚线　F 细点画线　G 在两端和转折处变粗的 细点画线　H 粗点画线　J 双点画线　K	有 7 种图线，即粗实线、细实线、虚线、点画线、双点画线、波浪线、双折线 表示剖切平面迹线有以下两种形式： 或	有 9 种图线，与 ISO 比较，其虚线只有一种。剖切平面迹线的形式较简单，为两段粗线	有 9 种图线，即实线、虚线、点画线、双点画线，除虚线只有一种细的，粗线增加一种极粗实线外，其他各种图线形式与 ISO 的要求相同
图线宽度	粗线与细线的宽度之比不大于 2∶1 图线宽度的尺寸系列：0. 18，0. 25，0. 35，0. 5，0. 7，1，1. 4，2 均按$\sqrt{2}$的倍数递增	粗线约为 0. 7mm（0. 028in）；细线约为 0. 35mm（0. 014in）	线的宽度为 S，$S = 0.6 \sim 1.5$mm 粗线：S 中粗线：$\frac{S}{2} \sim \frac{2S}{3}$ 细线：$\frac{S}{3} \sim \frac{S}{2}$ 加粗线：$(1 \sim 1.5)S$	单位：mm 线宽有 0. 18，0. 25，0. 35，0. 5，0. 7，1 等 细线、粗线，极粗线的比例关系为 1∶2∶4

22.4 剖面符号

表 22-4 为 ISO、美国等对剖面符号所做的规定。

表 22-4 剖 面 符 号

	ISO 128—20—1996	美国 ANSI Y14.2M—2008	前苏联 ГОСТ 2.306—68	日本 JIS B0001—2000
剖面符号的形式	无单独标准，对剖面符号的型式未作规定	对各种材料的剖面符号划分较细 如金属分为： 铸铁　钢 铜及铜合金　铝 非金属分为： 隔声或隔热材料　弹性材料 混凝土　玻璃、大理石等	大部分符号与我国标准相同，也有一些不同的，如： 建筑上陶器制品 格网 基础周围的泥土	分金属材料与非金属材料两大类 金属(一般)： 非金属： 玻璃 木材 混凝土 液体
剖面线方向	与轮廓线或对称中心线成 45°	剖面线与水平方向成 45°或 60°	一般成 45°。当主要轮廓线与水平方向成 45°时，则剖面线方向画成 30°或 60°	剖面线与水平方向或轴线方向成 45° 也可省略剖面线

22.5 图样画法

下面按 ISO、美国、前苏联、日本的顺序，分别叙述此项标准的主要内容及特点。

22.5.1 ISO 128—20—1996《图示原理》

1. 两种投影法

有第一角投影法（图 22-5）和第三角投影法（图 22-6）。

在两种投影法中可等效使用其中一种。下面介绍时均按第一角投影法来配置图形。

2. 视图

（1）视图的配置。现以图 22-4 所示的物体为例，将两种投影法的视图配置分别示于图 22-5 和图 22-6。

如果视图不便于按第一角或第三角法配置图形时，可使用加参考箭头的方法，允许各视图自由地布置，如图 22-7 所示。

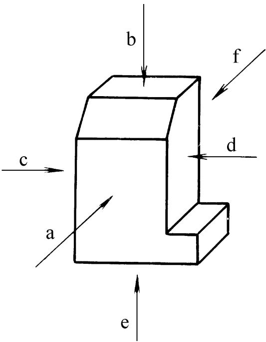
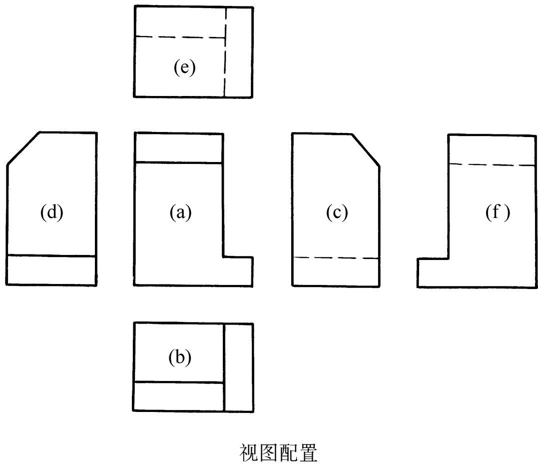
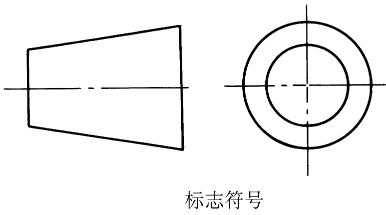


图 22-4

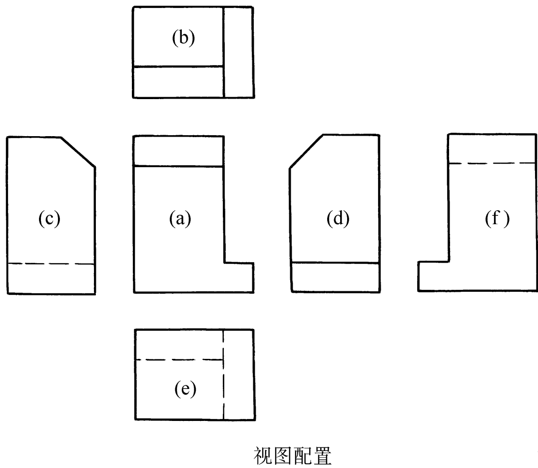


视图配置

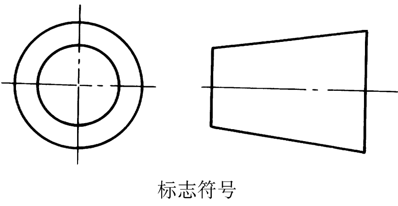


标志符号

图 22-5



视图配置



标志符号

图 22-6

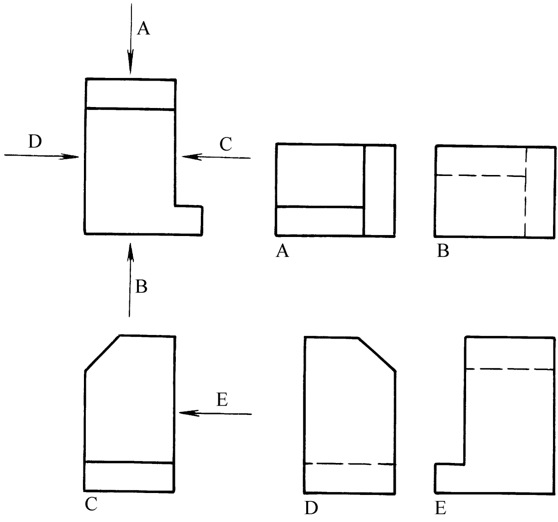


图 22-7

（2）特殊视图。如果投射方向与图 22-4 所示的不同，或者不能按图 22-5 和图 22-6 所示的方法来配置视图，则按图 22-8 和图 22-9 绘制，并加注。

（3）剖分视图。部分视图要用波浪线（C 型）或带 Z 字形的细实线（D 型）表示断裂边界（图 22-8）。

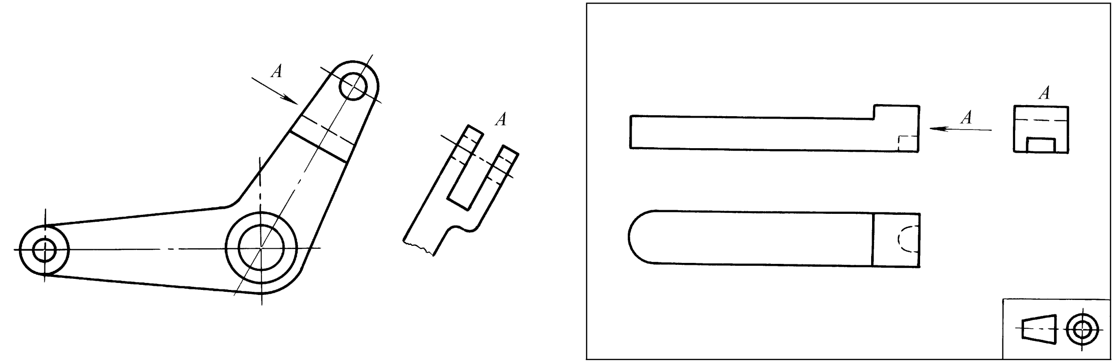


图 22-8　　图 22-9

（4）局部视图。局部视图适用于某些对称结构，用第三角投影法画该局部视图，需将其中心线与主要图形的中心线画成相连的形式（图 22-10）。

3. 剖视图

剖视图分为三种，剖切面分为五种，与我国标准相同。只是表示剖切位置所用的剖切符号有所不同，它采用了 H 型线，并在起、迄两端粗实线的当中画出箭头（图 22-11）。

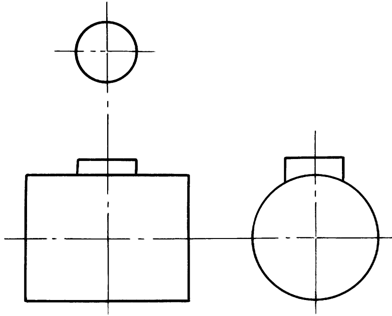


图　22-10

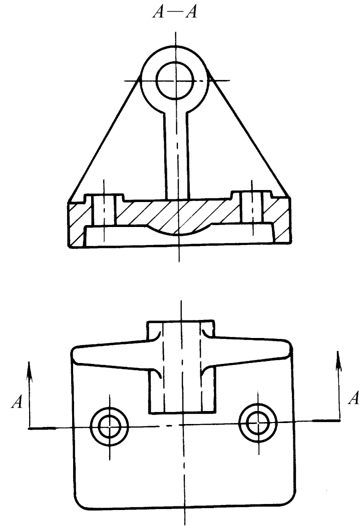


图　22-11

4. 断面图

与我国标准相同，也分为重合断面与移出断面两种，但当移出断面经旋转后画出时，不需在 *A*—*A* 的后面加“旋转”二字（图 22-12）。

5. 局部放大图

用细实线圆表示出要放大的部位，并注出字母，在相应的放大图上注出相同的字母和比例（图 22-13）。

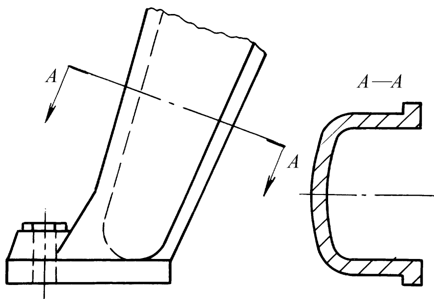


图　22-12

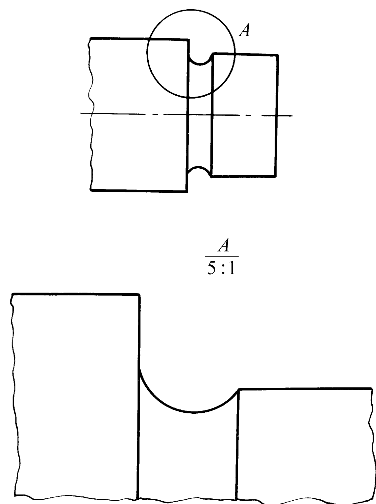


图　22-13

22.5.2 美国标准 ANSI Y14.3—2008《多面视图和剖视图》

1. 视图

（1）六面视图。美国普遍采用第三角投影法，其六面视图的名称和配置与 ISO 标准相同，如图 22-5。

（2）移出视图。当机件的某一局部形状需要进一步阐明时，可作移出视图，如图 22-14 所示。其标注方法与我国标准不同。

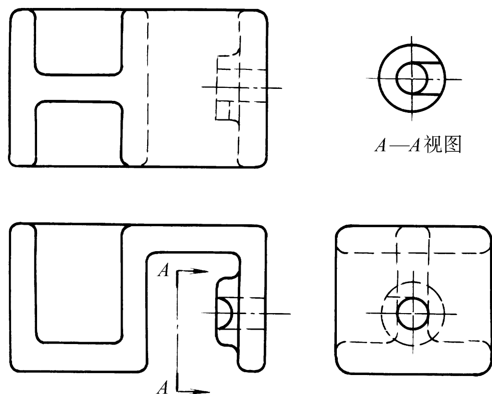


图 22-14

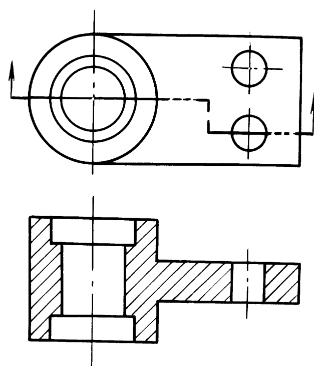


图 22-15

2. 剖视图和剖面图

在美国标准中，剖视图和剖面图均用 Section 这个词。

剖视图和剖面图的标注方法与我国标准有所不同，如图 22-15 和图 22-16。

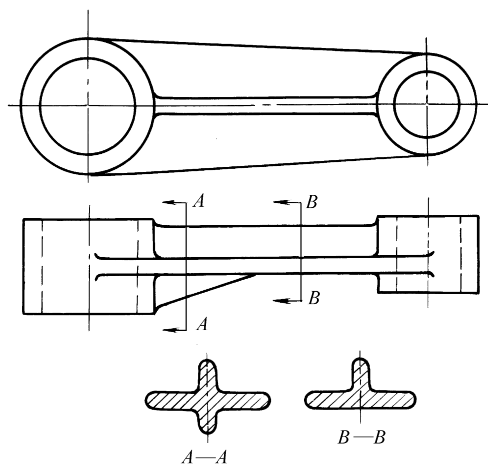


图 22-16

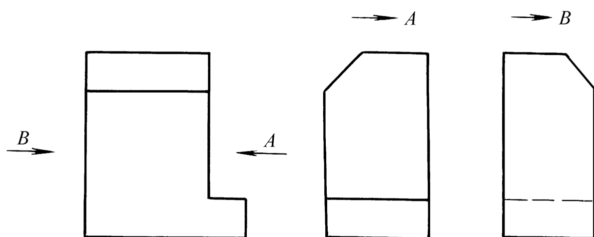


图 22-17

22.5.3 前苏联标准ГОСТ 2.305—68，СТ СЭВ 362—76 和СТ СЭВ 363—76《视图在图上的配置》

采用第一角投影法，六面视图的配置与我国制图标准相同，只是在标注上有所不同。

如图 22-17，在视图上方标出该视图的名称“→*A*”。

图 22-18 为斜视图按投影方向配置时的标注方法；图 22-18b 为斜视图经旋转后的标注方法。

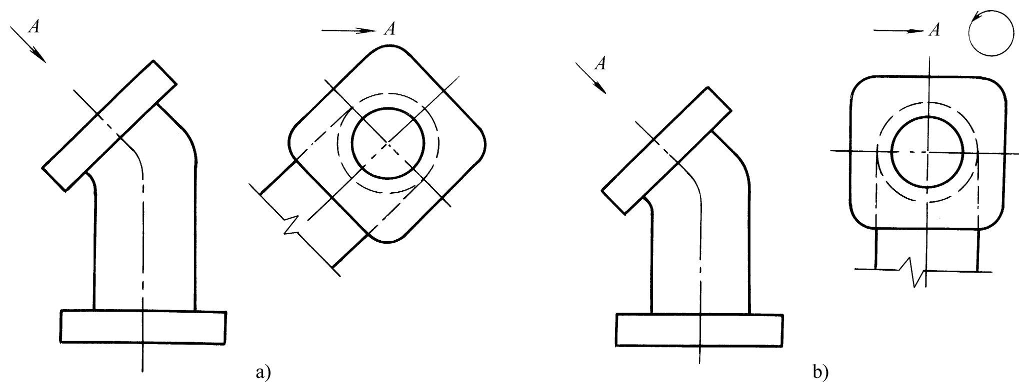


图　22-18

图 22-19 所示为剖视图的标注方法。

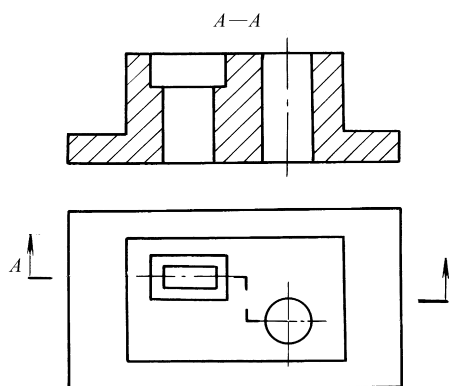


图　22-19

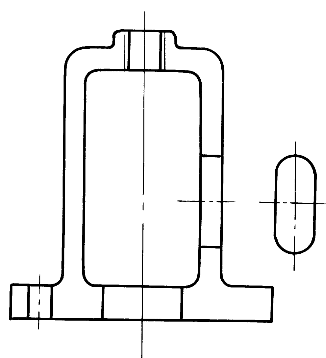


图　22-20

22. 5. 4　日本标准 JISB0001—2000《表示法》

1. 视图

第一角投影法和第三角投影法都采用，但使用较多的是第三角投影法。

除六面视图外，还有局部视图（图 22-20）和辅助视图（图 22-21）。

2. 剖视图

剖视图分为全剖视、半剖视、局部剖视、复合剖视（有旋转、阶梯及组合剖切）。

与我国标准之不同点如下（图 22-22）：

（1）剖面线常省略不画。

（2）剖切平面的迹线画法。

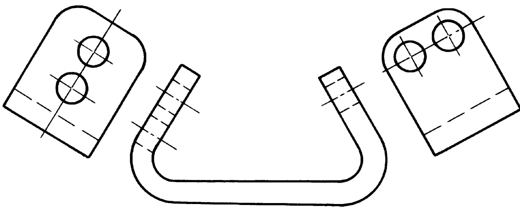


图　22-21

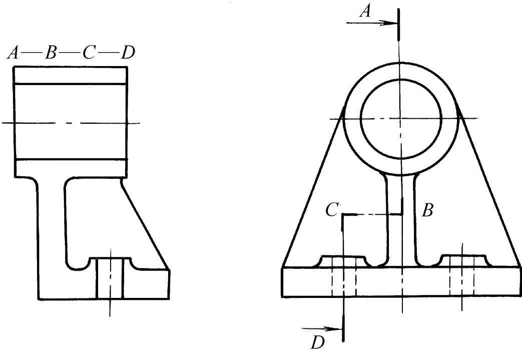


图　22-22

3. 断面图

断面图分为移出剖面（图 22-23，图 22-24）、重合断面（图 22-25，图 22-26）。断面线常省略不画。

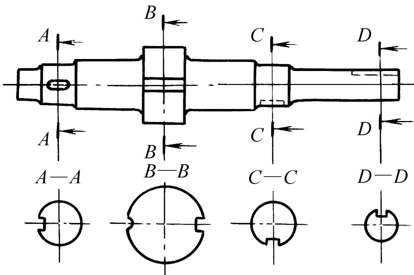


图　22-23

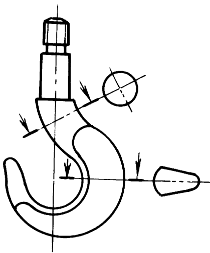


图　22-24

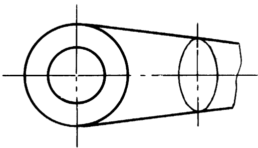


图　22-25

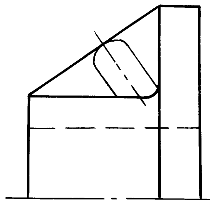


图　22-26

22.6　尺寸注法

表 22-5 所示为 ISO、美国等规定的尺寸注法。

表 22-5　尺 寸 注 法

	ISO129—1—2004	美国 ANSI　Y14.5—2009	前苏联 ГОСТ2.307—68	日本 JIS　B0001—2000
线性尺寸	尺寸单位为 mm,当全图的单位均相同时,不需标注	尺寸单位一般为 in,有些图样上采用 mm。还有同时用两种尺寸单位,如 24〔0.9〕,括号外为 mm,括号内为 in	同 ISO 标准	同 ISO 标准
	标注尺寸数字有两种方法,但在同一张图上只可采用一种方法 方法1 方法2	数字写在尺寸线中断处 尺寸界线与轮廓线之间要留出一小段空隙 尺寸数字的方向与 ISO 相同 方法1 方法2		

（续）

	ISO129—1—2004	美国 ANSI　Y14.5—2009	前苏联 ГОСТ2.307—68	日本 JIS　B0001—2000
线性尺寸	箭头的形式 尺寸线的终端除了采用箭头外，还可采用斜线 尺寸界线 4240 尺寸 终端（斜线） 尺寸线	标注英寸时，可标成分数或带小数的两种形式 $2\frac{5}{8}$　$1\frac{1}{4}$　$2\frac{7}{8}$　$1\frac{5}{8}$ 分数形式 2.62　1.25　2.88　1.62 带小数形式		箭头的形式

（续）

	ISO129—1—2004	美国 ANSI　Y14.5—2009	前苏联 ГОСТ2.307—68	日本 JIS　B0001—2000
角度尺寸	角度数字有两种写法 方法 1 方法 2	角度数字的字头一律向上	角度数字的方向与线性尺寸的数字方向一致	角度数字的方向与线性尺寸的数字方向一致 必要时，允许字头向上
倒角的尺寸		当倒角成 45°时 当倒角为其他角度时		当倒角为 45°时，可简化注成 C1.5、C2。其中 1.5 和 2 是指沿轴向的长度尺寸

（续）

	ISO129—1—2004	美国 ANSI　Y14.5—2009	前苏联 ГОСТ2.307—68	日本 JIS　B0001—2000
均匀分布的孔的尺寸	表示直径的符号为“ϕ”，正方形的符号为“□”，当图形明显时，可以省略不注			
半圆形顶端的尺寸	当半径的尺寸由别的尺寸所确定，可标出“R”，但不写数字	有两种形式： 标出“R”，但不写数字 注出参考尺寸	注“长和宽”或者注“长和直径”	

22.7 表面粗糙度的标注

表 22-6 所示为 ISO、美国等规定的表面粗糙度的注法。

表 22-6 表面粗糙度注法

	ISO1302—2002	美国 ANSI Y14.36M—1996	前苏联 ГОСТ2.309—73	日本 JIS B 0031—2003
标注形式和内容	其中： a——注写表面结构的单一要求 a 和 b——标注两个或多个表面结构要求 c——注写加工方法 d——注写表面纹理和方向 e——注写加工余量(mm)	其中： a_1、a_2——粗糙度参数的最大和最小允许值 c——取样长度 d——加工纹理方向符号 e——加工余量 g、h——最大浓度。 g 为波高，h 为波宽	其中： a_1、a_2——轮廓高度参数 a_3——轮廓间距参数 a_4——相对支承长度 b——加工方法，表面处理或镀涂 c——取样长度 d——纹理方向符号	其中： a_1、a_2——粗糙度参数 b——加工方法 c——取样长度 d——加工纹理方向符号 e——加工余量
粗糙度参数	R_a——轮廓算术平均偏差 R_z——轮廓最大高度	R_a	R_a R_z	R_a，R_z，R_{max}(相当 R_y)注法，如 6.3　1.6/0.8 $R_z \leqslant 10$ $R_{max}=25S$
纹理方向符号	=，⊥，x，M，C，R，P 等，标注如图	∥，⊥，x，M，C，R	同 ISO 相似	同 ISO 相似
标注示例	R_z 12.5　R_z 6.3　R_a 1.6　R_z 1.6　R_z 12.5　R_z 6.3	下面所列两种注法，ISO 上均有，各国可根据不同情况选用 a_1 (√)　a_2　a_3		a_1 (a_2 a_3)　a_2　a_3

22.8 螺纹的画法

ISO 标准和俄罗斯标准均与我国标准相同，表 22-7 中介绍了美国和日本的标准。

表 22-7 螺纹的画法和标注

		美国 ANSI Y14.6—2001	日本 JIS B0002—1998
螺纹画法	外螺纹	有三种画法： 详细画法： 示意画法 简化画法	
	内螺纹		

（续）

		美国 ANSI　Y14.6—2001	日本 JIS　B0002—1998
螺纹画法	螺纹连接		
螺纹标注		标注的内容和形式： 螺纹外径—每英寸牙数　螺纹种类—螺纹等级外螺纹或内螺纹—旋向　头数 标注示例： $\frac{7}{8}$-9UNF-2A -LH, DOUBLE 对标注示例的说明： UN——统一螺纹　F——细牙 A——外螺纹　LH——左旋 DOUBLE——双头	米制螺纹 M30 英制螺纹 $\frac{1}{2}$-20UNF-2B 米制螺纹头数放在螺纹尺寸之前，如：2条 M20×1.5 梯形螺纹的注法与 ISO 相同

22.9　齿轮的画法

表 22-8 所示为 ISO、美国等规定的齿轮的画法。

表 22-8　齿轮的画法（前苏联画法与 ISO 相同，表中未列）

	ISO2203—1973	美国 ANSI　Y14.7.2—1978	日本 JIS　B0003—1989
单个齿轮		齿顶圆和齿根圆均用双点画线绘制	

（续）

	ISO2203—1973	美国 ANSI　Y14. 7. 2—1978	日本 JIS　B0003—1989
齿轮啮合	剖视图 外形视图		剖视图 外形视图

22. 10　外国标准代号及名称

表 22-9 所示为外国标准代号及名称。

表 22-9　外国标准代号及名称

标　准　代　号	标　准　名　称	标　准　代　号	标　准　名　称
ISO	国际标准化组织	NBN	比利时标准
ISA（ISO 的前身，现已不用）	国际标准化协会	NC	古巴标准
ANSI（旧称 ASA）	美国国家标准	NEN	荷兰标准
AS	澳大利亚标准	NF	法国标准
BS	英国标准	NI	印度尼西亚标准
CSA	加拿大标准	NS	挪威标准
CSN	捷克标准	ÖNORM	奥地利标准
DGN	墨西哥官方标准	PN	波兰标准
DIN	德国标准	PS	巴基斯坦标准
DS	丹麦标准	SIS	瑞典标准
E. S.	埃及标准	SNV	瑞士标准协会标准
ГОСТ	前苏联国家标准	STAS	罗马尼亚国家标准
IS	印度标准	THAI	泰国国家标准规格
JIS	日本工业标准	TS	土耳其标准
JUS	南斯拉夫标准	UNE	西班牙标准
MS	马来西亚标准	UNI	意大利标准
MSZ	匈牙利国家标准	YCT	蒙古国家标准
NB	巴西标准		

第 23 章　机械设计图样管理

23. 1　产品及其组成部分的名词、术语

根据 JB/T 5054. 1—2000，产品及其组成部分的有关术语如下：

（1）产品：产品是生产企业向用户或市场以商品形式提供的制成品。

（2）成套设备（成套装置、机组）：成套设备是在生产企业一般不用装配工序连接，但用于完成相互联系的使用功能的两个或两个以上的产品的总和。

（3）零件：零件是用不采用装配工序制成的单一成品。

（4）部件：部件是由若干个组成部分（零件、分部件），以可拆或不可拆的形式组成的成品。分部件可按其从属关系划分为 1 级分部件、2 级分部件……。

（5）专用件（基本件）：专用件是某产品专用的零部件。

（6）模块：模块是具有相对独立功能和通用接口的单元。

（7）借用件：借用件是在采用隶属编号的产品图样中，使用已有产品的组成部分。

（8）通用件：通用件是在不同类型或同类型不同规格的产品中具有互换性的零部件。

（9）标准件：标准件是经过优选、简化、统一，并给予标准代号的零部件。

（10）外购件：外购件是本企业产品及其组成部分中采购其他企业的产品。

（11）附件：附件是供用户安装、调整和使用产品所必需的专用工具和检测仪表，或为产品完成多种功能（用途）必需的、而又不能同时装配在产品上的组成部分。

（12）易损件：易损件是产品在正常使用（运转）过程中容易损坏和在规定期间必须更换的零部件。

（13）备件：备件是为保证产品的使用和维修，供给用户备用的易损件和其他件。

23. 2　图样分类

根据 JB/T 5054. 1—2000，产品图样有如下各种分类。

23. 2. 1　按表达的对象分类

（1）零件图：是制造与检验零件用的图样。应包括必要的数据和技术要求。

（2）装配图：是表达产品、部件中部件与部件、零件与部件，或零件间连接的图样，包括装配（加工）与检验所必需的数据和技术要求。产品装配图亦称总装配图。

产品装配图中具有总图所要求的内容时，可作为总图使用。

（3）总图：是表达产品及其组成部分结构概况、相互关系和基本性能的图样。

当总图中注有产品及其组成部分的外形、安装和连接尺寸时，可作为外形图或安装图使用。

（4）外形图：是标有产品外形、安装和连接尺寸的产品轮廓图样。必要时，应注明突出

部分间的距离以及操作件、运动件的最大极限位置尺寸。

（5）安装图：是用产品及其组成部分的轮廓图形，表示其在使用地点进行安装的图样，并包括安装时必需的数据、零件、材料与说明。

（6）简图：是用规定的图形符号、代号和简化画法绘制出的示意图样的总称。如：

1）原理图：是表达产品工作程序、功能及其组成部分的结构、动作等原理的一种简图。如电气原理图、液压原理图等。

2）系统图：一般是以注释的方框形式，表达产品或成套设备组成部分某个具有完成共同功能的体系中各元器件或产品间联接程序的一种简图。

3）方框图：一般是用带注释的方框形式，表明产品或成套设备中组成部分的相互关系、布置情况的一种简图。

4）接线图：是根据电气原理图表明整个系统或部分系统中各电气元件间安装、连接，布线的工作图样。各连接部位（端子）分别给予标示。

（7）表格图：是用表格表示两个或两个以上形状相同的同类零件、部件或产品，并包括必要的数据与技术要求的工作图样。

（8）包装图：是为产品安全储运，按照有关规定而设计、绘制的运输包装图样。

23.2.2 按完成的方法和使用特点分类

（1）原图（稿）：是供制作底图或供复制用的图样（文件）。

原图（稿）可作为底图（稿）使用，但必须确认对图样（文件）责任人员的规定签署正确无误。

（2）底图（稿）：是完成规定签署手续，供制作复印图（稿）的图样（文件）。

（3）副底图（稿）：是与底图（稿）完全一致的底图（稿）副本。

（4）复印图（稿）：是用能保证与底图（稿）或副底图（稿）完全一致的方法制出的图样（文件）。

用缩微副底图（稿）制出的缩微复印图（稿）也属于复印图（稿）。

（5）CAD 图：是在 CAD 过程中所产生的图样。是指用计算机以点、线、符号和数字等描绘事物几何特征、形态位置及大小的形式，包括与产品或工程设计相关的各类图样等。

（6）CAD 文件：是在 CAD 过程中用计算机所产生的所有文件，是指实现产品所必需的全部 CAD 图和设计文件等。

23.2.3 按设计过程分类

（1）设计图样：是在初步设计和技术设计时绘制的图样。

（2）工作图样：是在工作图设计时绘制的，包括产品及其组成部分在制造、检验时所必须的结构尺寸、数据和技术要求的图样。样机（样品）试制图样、小批试制图样和正式生产图样均是工作图样。

23.3 产品图样及设计文件图样的基本要求

本节内容系根据 JB/T 5054.2—2000。

23.3.1 总则

（1）图样必须按照现行国家标准如《技术制图》、《机械制图》、《电气制图》等及其他

相关标准或规定绘制，达到正确、完整、统一、简明。

采用 CAD 制图时，必须符合 GB/T 14665—1998《机械工程 CAD 制图规则》及其他相关标准或规定；采用的 CAD 软件应经过标准化审查。

（2）图样上术语、符号、代号、文字、图形符号、结构要素及计量单位等，均应符合有关标准或规定。

（3）图样上的视图与技术要求，应能表明产品零、部件的功能、结构、轮廓及制造、检验时所必要的技术依据。

（4）图样在能清楚表达产品和零、部件的功能、结构、轮廓、尺寸及各部分相互关系的前提下，视图的数量应尽可能少。

（5）每个产品或零、部件，应尽可能分别绘制在单张图样上。如果必须分布在数张图样时，主要视图、明细栏、技术要求，一般应配置在第一张图样上。

（6）图样上的产品及零、部件名称，应符合有关标准或规定。如无规定时，应尽量简短、确切。

（7）图样上一般不列入有限制工艺要求的说明。必要时，允许标注采用一定加工方法和工艺说明，如“同加工”、“配作”、“车削”等。

（8）每张图样按规定应填写标题栏，在签署栏内必须经“技术责任制”规定的有关人员签署。

在计算机上交换信息和图样，应按照 GB/T 17825. 7—1999《CAD 文件管理签署规则》标准规定或按产品数据或工程图档案管理系统进行授权管理。

23. 3. 2　零件图

（1）每个专用零件一般应单独绘制零件图样，特殊情况允许不绘制，例如：

1）型材垂直切断和板材经裁切后不再机加工的零件。

2）形状和最后尺寸均需根据安装位置确定的零件。

（2）零件图一般应根据装配时所需要的几何形状、尺寸和表面粗糙度绘制。零件在装配过程中加工的尺寸，应标注在装配图上，如必须在零件图上标注时，应在有关尺寸近旁注明“配作”等字样或在技术要求中说明。装配尺寸链的补偿量，一般应标注在有关零件图上。

（3）两个呈镜像对称的零件，一般应分别绘制图样。也可按 GB/T 16675. 1—1996《技术制图　简化表示法　图样画法》标准规定，采用简化画法。

（4）必须整体加工成对或成组使用、形状相同且尺寸相等的分切零件，允许视为一个零件绘制在一张图样上，标注一个图样代号，视图上分切处的连线，用粗实线连接；当有关尺寸不相等时，同样可绘制在一张图样上，但应编不同的图样代号，用引出线标明不同的代号，并按表格图的规定用表格列出代号、数量等参数的对应关系。

（5）单独使用而采用整体加工比较合理的零件，在视图中一般可采用双点画线表示零件以外的其他部分。

（6）零件有正反面（如皮革、织物）或加工方向（如硅钢片、电刷等）要求时，应在视图上注明或在技术要求中说明。

（7）在图样上，一般应以零件结构基准面作为标注尺寸的基准，同时考虑检验此尺寸的可能性。

（8）图样上未注明尺寸的未注公差和形位公差的未注公差等，应按 GB/T 1184—1996、

GB/T 1804—2000 等有关标准的规定标注；一般不单独注出公差，而是在图样上、技术文件或标准中予以说明。

（9）对零件的局部有特殊要求（如不准倒钝、热处理）及标记时，应在图样上所指部位近旁标注说明。

23.3.3　装配图及总图

（1）装配图一般包括下列内容：产品或部件结构及装配位置的图形；主要装配尺寸和配合代号；装配时需要加工的尺寸、极限偏差、表面粗糙度等；产品或部件的外形尺寸、连接尺寸及技术要求等；组成产品或部件的明细栏（有明细表时可省略）。

（2）总图一般包括下列内容：产品轮廓或成套设备的组成部分的安装位置图形；产品或成套设备的基本特性类别，主要参数及型号、规格等；产品的外形尺寸（无外形图时）、安装尺寸（无安装图时）及技术要求或成套设备正确安装位置的尺寸及安装要求；机构运动部件的极限位置；操作机构的手柄、旋钮、指示装置等；组成成套设备的明细栏（有明细表时可省略）。

（3）当零件采用改变形状或粘合等方法组合连接时，应在视图中的变形及粘合部位，用指引线引出说明（如翻边、扩管、铆平、凿毛、胶粘等）或在技术要求中说明。

（4）材料与零件组成一体时（如双金属浇注嵌件等），其附属在零件上的成形材料，可填写在图样的明细栏内，不绘制零件图。

（5）标注出型号（代号）、名称、规格，即可购置的外购件不绘制图样。需改制的外购件一般应绘制图样，视图中除改制部位应标明结构形状、尺寸、表面粗糙度及必要说明外，其余部分均可简化绘制。

23.3.4　外形图

（1）绘制轮廓图形，标注必要的外形、安装和连接尺寸。

（2）绘制图形或用简化图样表示应按 GB/T 16675.1—1996《技术制图　简化表示法　图样画法》的规定。必要时，应绘制机构运动部件的极限位置轮廓，并标注其尺寸。

（3）当产品的重心不在图样的中心位置时，应标注出重心的位置和尺寸。

23.3.5　安装图

（1）绘制产品及其组成部分的轮廓图形，标明安装位置及尺寸。必要时，用简化图样表示出对基础的要求应按 GB/T 16675.1—1996 规定。

（2）应附安装技术要求。必要时可附接线图及符号等说明。

（3）对有关零、部件或配套产品应列入明细栏（有明细表时可省略）。

（4）有特殊要求的吊运件，应表明吊运要求。

23.3.6　包装图

（1）应分别绘制包装箱图及内包装图，标注及必要的尺寸，并符合 GB/T 13385—2004《包装图样要求》等有关标准的规定。当能表达清楚时，亦可绘制一张图样。

（2）产品及其附件的包装应附合有关标准的规定，绘制或用简化图表示产品及其附件在包装箱内的轮廓图形（见 GB/T 13385）、安放位置和固定方法。必要时，在明细栏内标明包装材料的规格及数量。

（3）箱面应符合有关标准或按合同要求，标明包装、储运图示等标记。

23.3.7　表格图

（1）一系列形状相似的同类产品或零、部件，均允许绘制表格图。

（2）表格中的变动参数可包括：尺寸、极限偏差、材料、重量、数量、覆盖层、技术要求等。表格中的变数项可用字母或文字标注。

（3）形状基本相同，仅个别要素（如孔数、槽数、孔或槽的位置）有差异的产品或零、部件，在绘制表格图时，应分别绘出差异部分的局部图形，并在表格的图形栏内，标注与局部图形相应的标记代号。

（4）表格图的视图，应选择表格中较适当的一种规格，按比例或简图绘制。凡图形失真或尺寸相对失调易造成错觉的规格，不允许列入表格。

23.3.8　简图

1. 系统图

（1）一般绘制方框图。应概略表示系统、分系统、成套设备等基本组成部分的功能关系及其主要特征。

（2）系统图可在不同层次上绘制，要求信息与过程流向布局清晰，代（符）号及术语符合有关标准的规定。

2. 原理图

（1）应标注输入与输出之间的联接，并清楚地表明产品动作及工作程序等功能。

（2）元件的可动部分应绘制在正常位置上。

（3）应注明各环节功能的说明。复杂产品可采用分原理图。

3. 接线图

（1）应标明系统内各元器件间相互联接的回路标号及方位序号，必要时加注接线的图线规定及色别。

（2）较复杂的产品或设备可使用若干分接线图来组成总接线图。必要时，应表示出固定位置与要求。

23.3.9　技术要求

（1）一般包括下列内容：

1）对材料、毛坯、热处理的要求（如电磁参数、化学成分、硬度、金相要求等）。

2）视图中难以表达的尺寸公差、形状和位置公差、表面粗糙度等。

3）对有关结构要素的统一要求（如圆角、倒角、尺寸等）。

4）对零、部件表面质量的要求（如涂层、镀层、喷丸等）。

5）对间隙、过盈、个别结构要素的特殊要求。

6）对校准、调整及密封的要求。

7）对产品及零、部件的性能和质量的要求（如噪声、耐振性、自动、制动及安全等）。

8）试验条件和方法。

（2）技术要求中引用各类标准、规范、专用的技术条件以及试验方法与验收规则等文件时，应注明引用文件的编号和名称。在不致引起辨认困难时，允许只标注编号。

23.4　产品图样及设计文件的格式

23.4.1　标题栏

本节内容摘自 GB/T 10609.1—2008 和 JB/T 5054.3—2000。

1. 标题栏的组成

标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成，见图 23-1。也可按实际需要增加或减少。

（1）更改区：一般由更改标记、处数、分区、更改文件号、签名和年、月、日等组成。

（2）签字区：一般由设计、审核、工艺、标准化、批准、签名和年、月、日等组成。

（3）其他区：一般由材料标记、阶段标记、重量、比例、共　张、第　张等组成。

（4）名称及代号区：一般由单位名称、图样名称和图样代号等组成。

2. 标题栏的尺寸与格式

（1）标题栏中各区的布置及尺寸见图 23-1a，也可采用图 b 的形式。当采用图 a 的形式配置标题栏时，名称及代号区中的图样代号应放在该区的最下方，如图 23-2 所示。

（2）标题栏的格式举例如图 23-2 所示。

a)　　b)

图　23-1

图　23-2

3. 标题栏的填写

（1）更改区：更改区中的内容应按由下而上的顺序填写，也可根据实际情况顺延；或放在图样其他的地方，但应有表头。

1）标记：按照有关规定或要求填写更改标记。

2）处数：填写同一标记所表示的更改数量。

3）分区：必要时，按照有关规定填写。

4）更改文件号：填写更改所依据的文件号。

（2）签字区：签字区一般按设计、审核、工艺、标准化、批准等有关规定签署姓名和日期。

（3）其他区：

1）材料标记：对于需要该项目的图样，一般应按照相应标准或规定填写所使用的材料。

2）阶段标记：按有关规定由左向右填写图样的各生产阶段。

3）重量：填写所绘制图样相应产品的计算重量，以千克（公斤）为计量单位时，允许不写出其计量单位。

4）比例：填写绘制图样时所采用的比例。

5）共　张，第　张填写同一图样代号中图样的总张数及该张所在的张次。

（4）名称及代号区：

1）单位名称：填写绘制图样的单位名称或单位代号。

2）图样名称：填写所绘制对象的名称。

3）图样代号：按有关标准或规定填写图样代号。

4）存储代号：填不同存储介质代号，应符合 GB/T 17825.10—1999 的规定。

23.4.2　明细栏

本节内容摘自 GB/T 10609.2—2009 和 JB/T 5054.3—2000。

1. 明细栏的配置

（1）明细栏一般配置在装配图中标题栏的上方（如图 23-3、23-4），按由下而上的顺序填写。当向上延伸位置不够时，可紧靠标题栏的左边再自下而上延续。

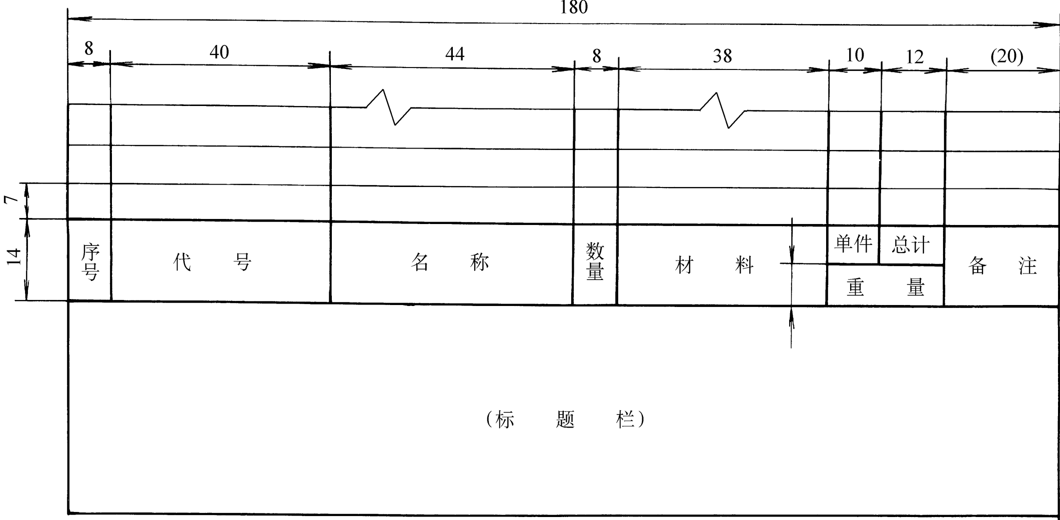


图　23-3

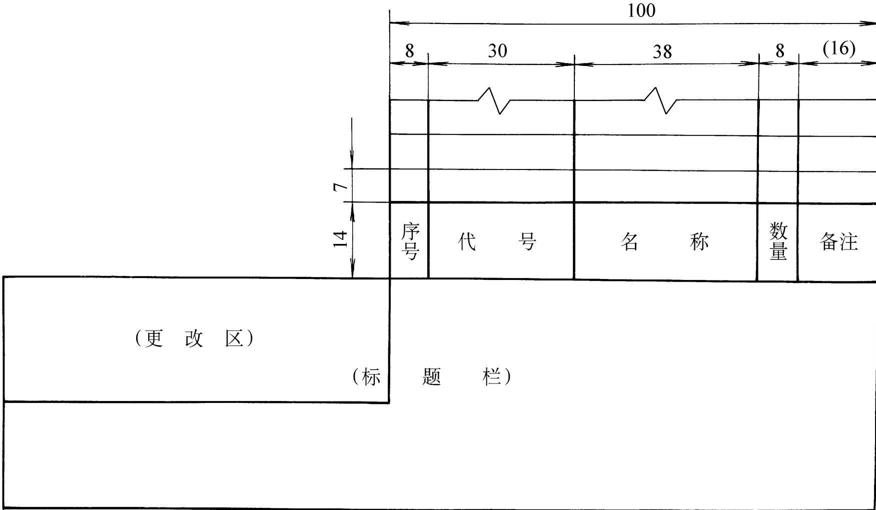

100
8
30
38
8
(16)
7
14
序号
代　号
名　称
数量
备注
（更　改　区）
（标　题　栏）

图　23-4

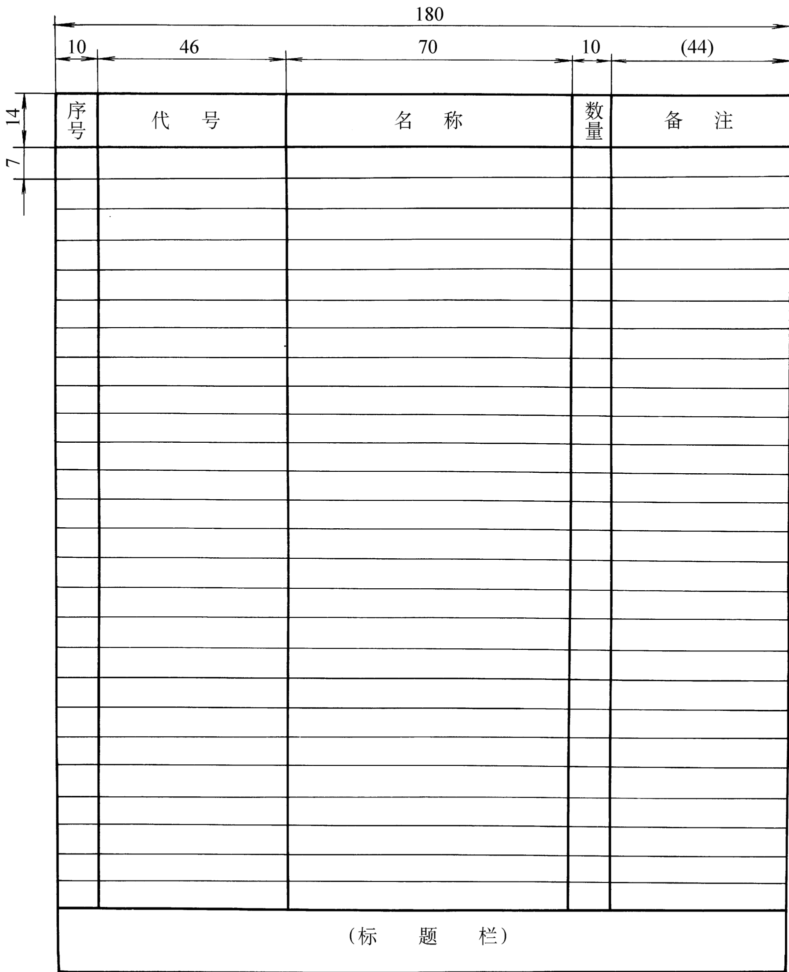

180
10
46
70
10
(44)
14
7
序号
代　号
名　称
数量
备　注
（标　题　栏）

图　23-5

（2）当装配图中不能在标题栏上方配置明细栏时，可作为装配图的续页按 A4 幅面单独给出（如图 23-5、23-6）。其顺序应是由上而下延伸。还可连续加页，但应在明细栏下方配置标题栏，并在标题栏中填写与装配图相一致的名称和代号。

180

8	40	44	8	38	10	12	(20)
序号	代　号	名　称	数量	材　料	重　量		备　注
					单件	总计	

14　7

（标　题　栏）

图　23-6

（3）当有两张或两张以上同一图样代号的装配图，而又按照上述（1）条配置明细栏时，明细栏应放在第一张装配图上。

2. 明细栏的组成

明细栏一般由序号、代号、名称、数量、材料、重量（单件、总计）、分区、备注等组成，也可按实际需要增加或减少。

3. 明细栏的尺寸与格式

（1）装配图中明细栏各部分的尺寸与格式举例见图 23-3 和 23-4。

（2）明细栏作为装配图的续页单独给出时，其各部分尺寸与格式举例见图 23-5 和 23-6。

4. 明细栏的填写

（1）序号：填写图样中相应组成部分的序号。

（2）代号：填写图样中相应组成部分的图样代号或标准号。

（3）名称：填写图样中相应组成部分的名称。必要时，也可写出其形式与尺寸。

（4）数量：填写图样中相应组成部分在装配中所需要的数量。

（5）材料：填写图样中相应组成部分的材料标记。

（6）重量：填写图样中相应组成部分单件和总件数的计算重量。以千克（公斤）为计量单位时，允许不写出其计量单位。

（7）分区：必要时应按照有关规定将分区代号填写在备注栏中。

（8）备注：填写该项的附加说明或其他有关的内容。

23.4.3　图样目录

本节内容系根据 JB/T 5054.3—2000。

（1）图样目录的格式、尺寸及内容如图 23-7 所示。

（2）图样目录应按图样代号逐张填写并统计总张数。当同一代号有数张不同幅面的图样时，则应按幅面大小分别填写。

（3）图样目录的编排顺序有两种：

当采用隶属编号时，按代号的递增数字填写；

当采用分类编号时，按每类件号的递增数字填写。

23.4.4　明细表和汇总表

本节内容系根据 JB/T 5054.3—2000。

（1）明细表应根据产品的组成结构，将产品、部件、各级分部件的组成部分，逐级逐项详细填写。明细表可按产品或部件编制。

明细表按产品编制时其顺序一般如下：

1）配套产品。

2）部件。

3）专用件（基本件）。

4）通、借用件。

5）外购件。

6）标准件（如紧固件、操作件及企业标准件、……）。

7）随产品出厂的材料。

（2）汇总表是以明细表或明细栏为依据，进行分类、综合整理编制。一般可以有：专用件（基本件）汇总表；配套产品、部件（基本部件，通、借用件、产品模块）汇总表；通用件、借用件汇总表；系列产品模块汇总表；外购件汇总表；标准件汇总表等。以上各表可分别编制，也可两、三类合并编在一张表上，但每类前应加标题，每类间应留间隔。

（3）图 23-8 和图 23-9 所示的两种格式，对明细表和汇总表是通用的。

图 23-9 所示格式可用作系列产品的明细表。其中：

1）本部产品件数，填一台套基本产品所用组成部分的件数。

2）本部件数，填基本产品所属某零部件数。

3）其他产品或部件借用件数，填本系列派生产品或部件所借用该零件或部件的数量。

4）填写时先填基本产品的内容，然后逐项填派生产品，每个产品应间隔数行。

	序号	幅面	代　号	张数	底图总号	备注	序号	幅面	代　号	张数	底图总号	备注
	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
	6		30	8	20							
	7											
	8											
	9											
	10											
	11											
	12											
	13											
	14											
	15											
	16											
	17											
	18											
	19											
	20											
	21											
	22											
	23											
	24											
	25											
	26											
	27											
	28											
描　写	29											
	30											
描　校	31											
	32											
旧底图总号	33											
	34											
底图总号	35											

						总张数:		(单位名称)
签　字						(产品型号、名称)		
	7	7	20	15				
日　期	标记	处数	更改文件号	签字	日期	图样标记	共　页	图样目录
	编　制		标准化				第　页	(文件代号 存储代号)
	审　核		日　期					

5　35×7(=245)　297　7　3×10(=30)　5

78　5　8

15　30

25　4×15(=60)　60　5

210

图　23-7

序号	幅面	代　号	名称及规格	材　料	所属装配 代号	所属装配 数量	总数量	备注
		30	40	35	25	8	8	

描　写

描　校

旧底图总号

底图总号

签　字

日　期

7	7	20	15	5
标记	处数	更改文件号	签字	日期
编制			标准化	
审核			日　期	

（产品型号、名称）

（单位名称）

（明细表或汇总表名称）

图样标记

共 5 页

第　页

（文件代号）
（存储代号）

35×7(=245)　297　5　7　8　10　30　12　5　78　5　8　15　30　25　4×15(=60)　60　5　210

图　23-8

78
8 5
日期
签字
底图总号
旧底图总号
描校
描写
6 6 70
25

幅面/张数
（单位名称）
产品型号 名称
部件代号 名称
代号
名称
规格
材料
10
单件重量
所属装配
代号
件数
本部件数
本产品件数
其他产品或部件供用件数
共 页
第 页
备注
5 5

30 40 35 35 12 25 7
7
21×7(=147)
210

7 7 20 15
编制
校对
日期
（明细表或汇总表名称）表
（文件代号）
（存储代号）
标记
处数
更改文件号
签字
日期
10
5
5 60 60 80 60
5
297

图 23-9

23.5 签署规则

本节系根据 JB/T 5054.1—2000。

每一个产品图样或文件完成前必须按不同的责任进行签署。签署必须完整、清晰，各种媒体的 CAD 文件签署应一致。

23.5.1 签署人员的技术责任

（1）设计（编制）人员的责任

1）产品的各项经济，性能指标应达到技术（设计）任务书或技术协议书的要求，并应实施各级现行标准和有关法规。

2）产品的使用、维护、操作、包装、储运等应方便、安全、可靠。

3）产品设计中应尽量采用系列化、模块化、成组技术，CAD 等先进设计技术；尽量采用标准件、通用件。各种设计数据、尺寸应准确无误。

4）产品设计中应考虑到加工、装配、安装调试、维修等的可行性、经济性、方便性。

5）产品图样和设计文件应完整、成套，应能满足制造、检验、安装、调试和使用等方面的需要。

（2）校对人员的责任

保证所校对的图样（文件）与技术（设计）任务书或技术协议书要求的一致性与合理性。并应承担一定的设计技术责任。

（3）设计审核人员的责任

1）产品设计方案合理、可行，能满足技术（设计）任务书或技术协议书的要求。

2）产品图样和设计文件的内容正确，数据、尺寸准确。

3）设计人员不在时，应承担设计的技术责任。

（4）工艺人员的责任

审查设计文件的工艺性，加工的可行性，实现的经济性。

（5）标准化人员的责任

标准化审查人员的责任应符合 JB/T 5054.7—2001《产品图样及设计文件　标准化审查》的规定。

（6）批准人员的责任

1）产品的总体结构、主要性能应达到技术（设计）任务书或技术协议书的要求。

2）产品图样和文件完整、准确，符合有关标准和法规文件。

23.5.2 签署的方法

1）产品图样和文件一般应在标题栏中进行签署。应完整地签署姓名，日期（年、月、日）。

2）纸质 CAD 文件可按有关规定和要求进行手工形式的签署。

3）CAD 电子文件应确保密级或安全，有条件时应建立产品数据或工程图档管理系统进行授权管理。

23.6　产品图样及设计文件的编号方法

本节内容系根据 JB/T 5054.4—2000。

图样和文件的编号一般有分类编号和隶属编号两种编号方法。

23.6.1　分类编号

分类编号,按对象(产品、零部件)功能、形状的相似性,采用十进位分类法进行编号。

(1) 代号的基本部分由分类号（大类）、特征号（中类）和识别号（小类）三部分组成，中间以圆点或短横线分开，圆点在下方，短横线在中间。必要时可以在尾部加尾注号。

(2) 大、中、小类的编号按十进位分类编号法。每类的码位一般由 1 ~4 位数（如级、类、型、种）组成。每位数一般分为十档，如十级（0 ~9），每级分十类（0 ~9），每类分十型（0 ~9），每型分十种（0 ~9）等。

(3) 分类码位的序列及其含义见表 23-1。

表 23-1　分类码位表

分类号（大类）	特征号（中类）	识别号（小类）	尾注号	校验号
产品、部件、零件的区分码位	产品按类型，部件按特征、结构，零件按品种、规格编码	产品按品种，部件按用途，零件按形状、尺寸、特征等编码	设计文件、产品改进尾注号	检验产品代号的码位

注：1. 分类号可参照 JB/T 8823—1998 的规定编号。企业已开展计算机辅助管理者，应将信息分类码中相应的大类号编入分类号。
2. 识别号中的零件也可编顺序号。
3. 根据需要可在分类号前增加企业代号、图样幅面代号。

(4) 尾注号表示产品改进和设计文件种类。一般改进的尾注号用拉丁字母表示，设计文件尾注号用拼音字头表示。

(5) 用计算机自动生成产品代号时，应在代号终端加校验号（校验码)。校验号应按 GB/T 17710—1999《数据处理校验码系统》规定计算、确定。

23.6.2　部分分类编号

部分分类编号其代号的构成和各码位的含义见表 23-2。

表 23-2　部分分类码位表

分类号（大类）	特征号（中类）	识别号（小类）	尾注号
产品代号	部件按特征、结构，零件按品种、规格码位	部件按用途，零件按形状、尺寸、特征码位	设计文件、产品改进码位

注：企业已开展计算机辅助管理者，应将信息分类码中相应的大类号编入分类号。

23.6.3　隶属编号

隶属编号是按产品、部件、零件的隶属关系编号。

(1) 隶属编号其代号由产品代号和隶属号组成。中间可用圆点或短横线隔开，必要时可加尾注号。示例如图 23-10。

(2) 隶属编号码位表见表 23-3。需要时在首位前加分类号表示计算机辅助管理信息分类编码系统的大类号。

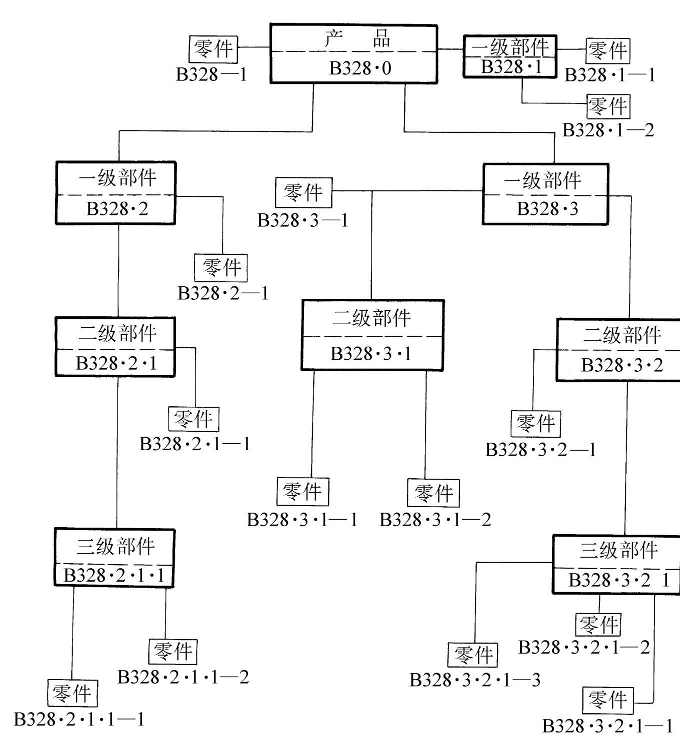


图 23-10

表 23-3 隶属编号码位表

		←隶 属 号→		
码位	1 2	3 4 5	6 7 8	9 10
含义	产品代号码位	各级部件序号码位	零件序号码位	设计文件、产品改进码位

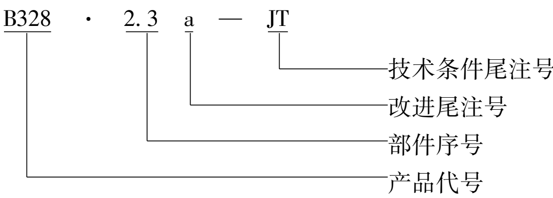
（3）产品代号由字母和数字组成。

（4）隶属号由数字组成，其级数和位数应按产品结构的复杂程度而定。

零件的序号，应在其所属（产品或部件）的范围内编号。

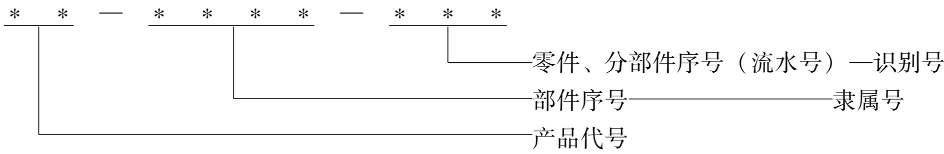
部件的序号，应在其所属（产品或上一级部件）的范围内编号。

（5）尾注号由字母组成，表示产品改进和设计文件种类。如两种尾注号同时出现时，两者所用字母应予区别，改进尾注号在前，设计文件尾注号在后，并在两者之间空一字间隔、或加一短横线，示例如下：



23.6.4 部分隶属编号

部分隶属编号由产品代号，隶属号和识别号组成。其隶属号为部件序号，部件序号编到哪一级由企业自行规定。识别号是对一级或二级以下的部件（称分部件）与零件混合编序号（流水号）。示例如下：



上述编号，在必要时尾部可加尾注号。

分部件、零件序号推荐三种编号方法：

（1）零件、分部件序号，规定其中＊＊＊—＊＊＊（如 001 ~ 099）为分部件序号，＊＊＊—＊＊＊（101 ~ 999）为零件序号（示例如图 23-11）。零件序号也可按材料性质分类编号。

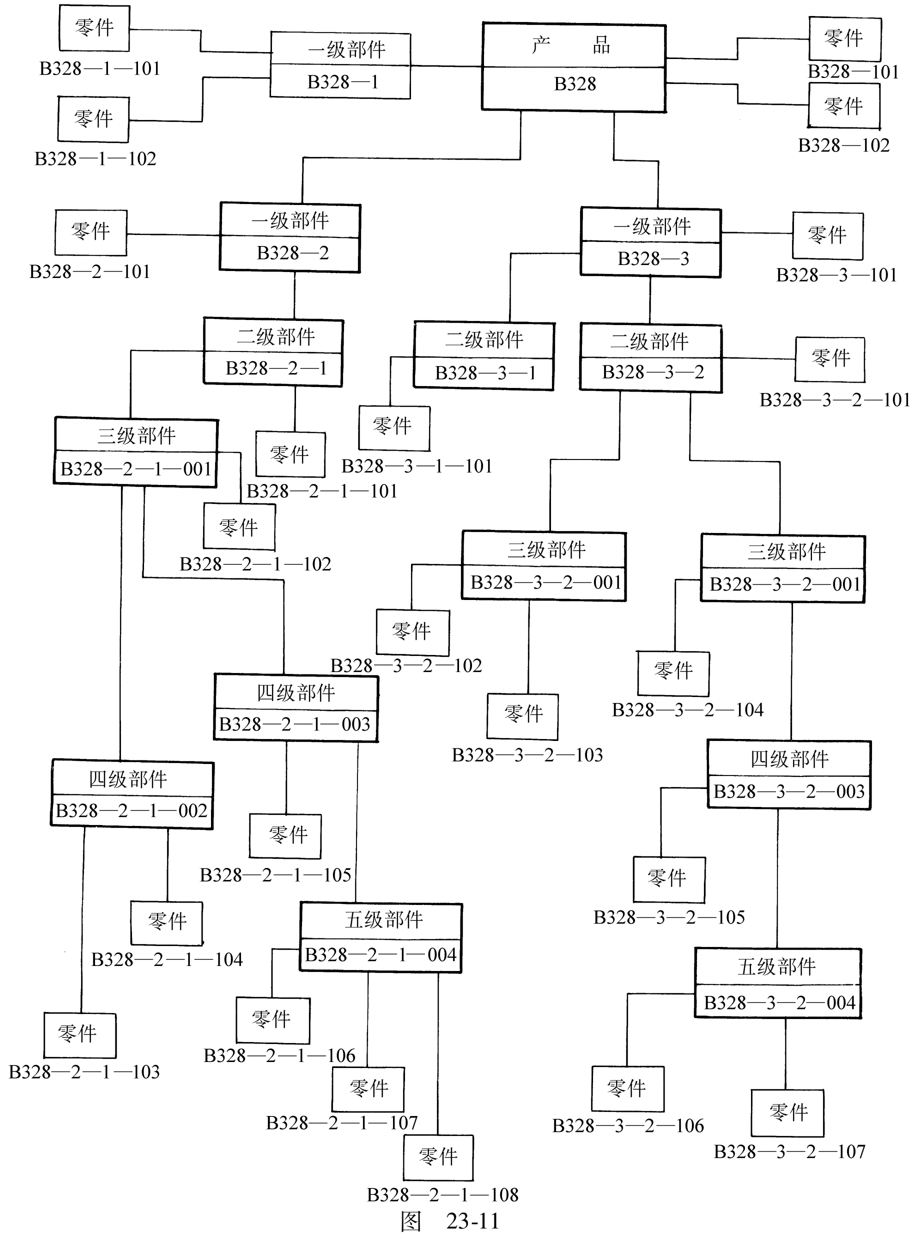
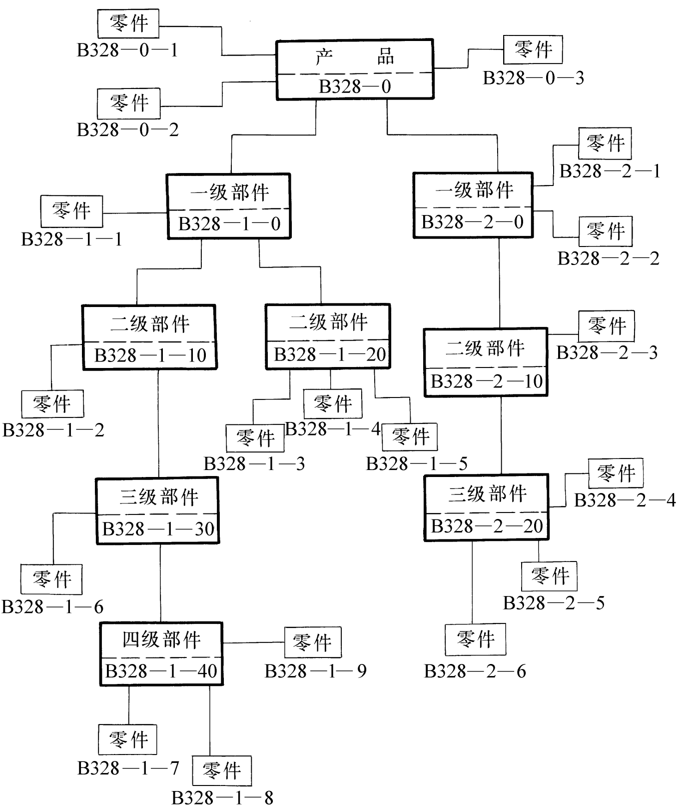
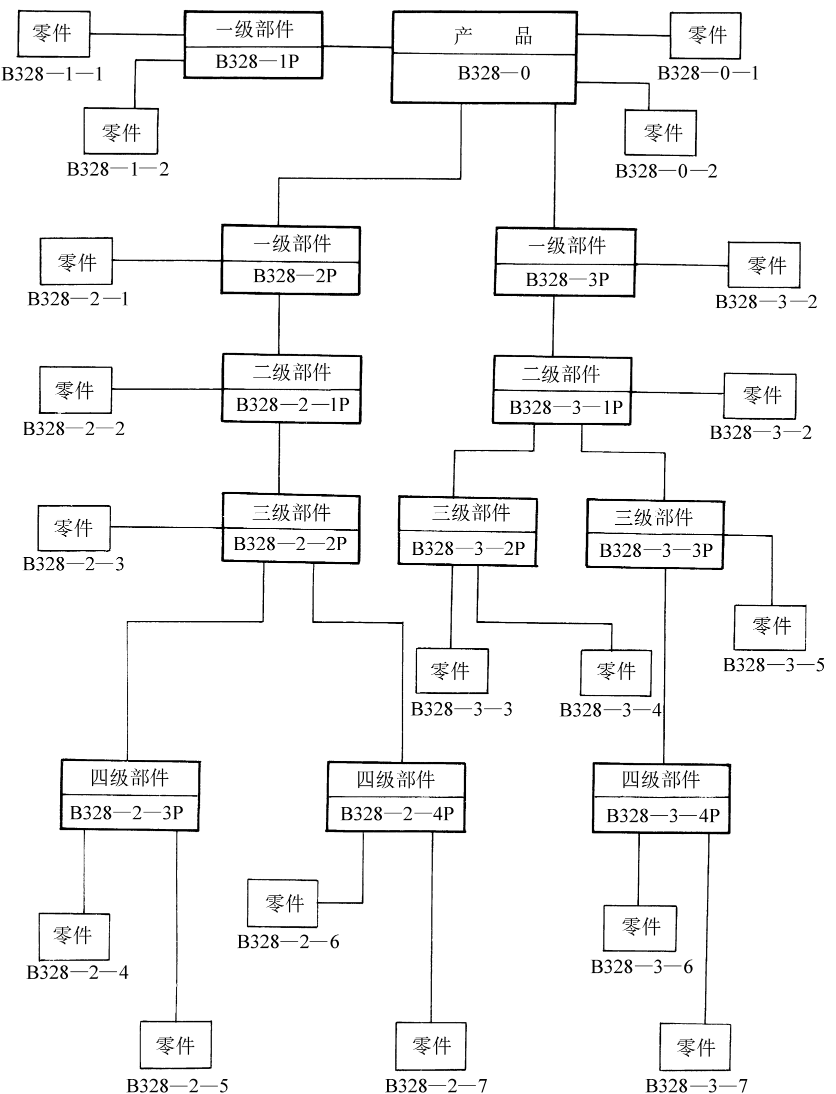


图 23-11



产 品
B328—0
零件
B328—0—1
零件
B328—0—2
零件
B328—0—3
一级部件
B328—1—0
零件
B328—1—1
二级部件
B328—1—10
零件
B328—1—2
二级部件
B328—1—20
零件
B328—1—3
零件
B328—1—4
零件
B328—1—5
三级部件
B328—1—30
零件
B328—1—6
四级部件
B328—1—40
零件
B328—1—7
零件
B328—1—8
零件
B328—1—9
一级部件
B328—2—0
零件
B328—2—1
零件
B328—2—2
二级部件
B328—2—10
零件
B328—2—3
三级部件
B328—2—20
零件
B328—2—4
零件
B328—2—5
零件
B328—2—6

图 23-12



产 品
B328—0
零件
B328—0—1
零件
B328—0—2
一级部件
B328—1P
零件
B328—1—1
零件
B328—1—2
一级部件
B328—2P
零件
B328—2—1
二级部件
B328—2—1P
零件
B328—2—2
三级部件
B328—2—2P
零件
B328—2—3
四级部件
B328—2—3P
零件
B328—2—4
零件
B328—2—5
四级部件
B328—2—4P
零件
B328—2—6
零件
B328—2—7
一级部件
B328—3P
零件
B328—3—2
二级部件
B328—3—1P
零件
B328—3—2
三级部件
B328—3—2P
零件
B328—3—3
零件
B328—3—4
三级部件
B328—3—3P
零件
B328—3—5
四级部件
B328—3—4P
零件
B328—3—6
零件
B328—3—7

图 23-13

（2）零件、分部件序号，规定其中逢十的整数（如 10、20、30、…）为分部件序号，余者为零件序号（示例如图 23-12）。

（3）零件、分部件序号的数字后再加一字母 P、Z（如 IP、2P、3P…）为分部件序号，无字母者为零件序号（示例如图 23-13）。

23.7 产品图样及设计文件的更改办法

本节内容系根据 JB/T 5054.6—2000。

23.7.1 更改原则

（1）图样及文件的更改必须按技术责任制的规定履行签署后，方可进行。

（2）更改图样及文件时，相关文件如同一代号不同介质的 CAD 文件应进行相应的更改，以保证相关文件的协调一致。

（3）更改后的图样及文件不得降低产品质量，必须符合有关标准的规定，应保持正确、完整、统一、清晰。并保证更改前的原图样及文件有据（档）可查。

23.7.2 更改方法

（1）带更改标记的方法

1）划改，将图样或文件上需要更改的尺寸、文字、符号、图形等用细实线划去，被划去的部分应能清楚地看出更改前的内容，然后填写新的尺寸、文字、符号、图形等，在更改部位附近写上更改标记——用加圆的小写汉语拼音字母（1 ~2 个）表示，如ⓐ、ⓑ、ⓐⓛ、…，并用细实线将更改标记引至被更改部位，见图 23-14。

更改标记一般按每张图样或文件编排。由多张表示同一代号的图样或文件时，更改标记应按全份图样或文件编排同一更改标记，填写在所更改的各张图样或文件上，也可填写在该份图样或文件的第一张上。

2）刮改或洗改，将图样或文件上需要更改的尺寸、文字、符号，图形等刮、洗清除后，填写新的内容，并按上述 1）中的规定在其附近填写相应的更改标记。

3）CAD 文件的更改

a）删除需更改的部分，输入新的内容，按上述 1）中的规定填写相应的更改标记。

b）增加新层（一般用第 15 层），命名更改层，存放已被更改的部分。关闭此层，则该层内容既不显示，也不被绘制出来。

示例如图 23-15。

c）必要时，也可采用划改的方法。

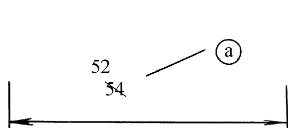


图 23-14

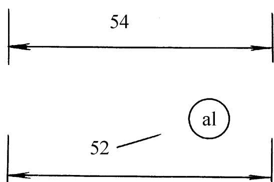


图 23-15

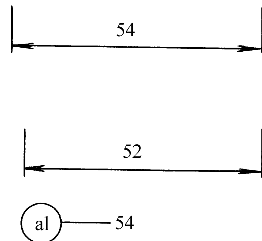


图 23-16

产品型号/项目代号：　　　　更改单编号：　　　　存储代号

更　改　前	更　改　后	分发单位
		同时更改文件
		实 施 日 期
		图样文件代号

更改标记	更改处数	更改原因		制品处理意见				存储介质编号
编 制	校 对	审 核	工 艺	标 审	批 准	会签	(单位)	备　注
(签字)							(签字)	
(日期)							(日期)	共　页 第　页

25　6×20(=120)　15　5×20(=100)　32　5

10　25×7(=175)　5　210

图　23-17

更改通知单

产品型号/项目代号：　　　　更改单编号：　　　　存储代号

序号	代 号 存储介质编号	更改前	更改后	更改标记	更改处数	更改原因	制品处理意见	实施日期	分发单位
7	25	65	65	12	12	16	16	16	同时更改文件

编制	校 对	审 核	工 艺	标 审	批 准	会签	（单位）					
（签字）							（签字）					
（日期）							（日期）					共 页 第 页

25　6×19(=114)　12　6×19(=114)　27　5

10　25×7(=175)　5　210

图 23-18

（2）不带更改标记的方法

CAD 文件的更改方法：

1）删除被更改的部分，在相应的位置上输入新的内容。

2）在更改层相应的部位输入更改标记、指引线及被删除的内容，关闭此层，该层的内容既不显示，也不被绘制出来，见图 23-16。

23.7.3　更改程序

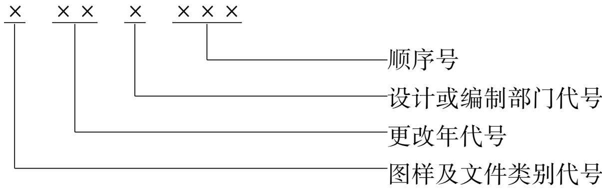
（1）选定更改通知单格式。并由设计人员按照规定的内容逐项填写。更改通知单推荐格式见图 23-17 和图 23-18。

（2）更改通知单应经有关部门按技术责任制的规定签署和（或）有关领导审批后，方可进行更改。CAD 文件的签署应符合 JB/T 5054.1—2000 的规定。

（3）按更改通知单更改有关的图样和文件。

23.7.4　更改通知单的编号方法

更改通知单的编号，由图样及文件的类别代号、更改年代号、设计或编制部门代号，以及更改顺序号四部分组成。排列顺序如下：



（1）图样及文件类别代号用大写汉语拼音字母表示，按表 23-4 的规定。

表 23-4　图样及文件类别代号

类　别	代　号	字母含义	类　别	代　号	字母含义
产　品	P	品	标　准	B	标
工　艺	Y	艺	质管、检验	J	检
工　装	Z	装	其　他	Q	其
非标准设计	F	非			

（2）更改年代号用年代的四位阿拉伯数字表示。如：1994 年度更改的用“1994”四位数。

（3）设计或编制部门代号用大写汉语拼音字母表示，按表 23-5 的规定。必要时，可在其后加注一个阿拉伯数字，以区分部门中的组别。

表 23-5　设计或编制部门代号

序　号	设计或编制部门	代　号	序　号	设计或编制部门	代　号
1	设 计 科	S	3	质量、检验科	J
2	工 艺 科	Y	4	标 准 化	B

（4）更改顺序号一般用三位阿拉伯数字顺序连续编号。

举例如下：

例 1： P1994S—015 为 1994 年度产品方面由设计科发出的第 15 号更改通知单。

例 2： P1994Y1—124 为 1994 年度产品方面由工艺科第一组发出的第 124 号更改通知单。

23.8 图样复制技术简介

1. 晒图

用描好的底图或副底图（也称作二底图）经晒图机复制出蓝图。这种传统工艺需要人工描图，优点是晒图机价格不高，复制质量可靠，操作维修容易，所以现在仍广泛采用。目前我国的晒图机复印宽度为1.2m，复印速度为300m/h。

2. 复印

现代的复制技术常用胶印机或复印机复制图样和文件，从而可省去描图过程。

（1）胶印机。先用制版机将图样或文件复制在氧化锌纸版上，再将此纸版经胶印机进行复印。目前我国A3幅面的胶印机，复印速度为900张/h。在少量或大量复印时，其胶印成本较低，复制品质量也好，A1幅面的胶印机，用照相制版，成本高，不适合少量复印。

（2）复印机。可直接将图样或文件放在复印机上进行复印。复印A3幅面的小型机应用较普遍。大型机可复印A1幅面。先进的复印机可进行原大、缩小或放大复印。复印过程中可以先不定影，便于修改。复印纸可以是描图纸、透明胶片、普通纸、卷筒纸等。复印速度为6m/min。

3. 缩微技术

将图样或文件用缩微拍摄机翻拍在缩微胶卷（或缩微胶片）上，再送进冲洗机冲洗胶卷。使用时，将缩微胶卷放在阅读复印机上，用阅读光屏进行阅读。如需复印，可按所需份数放大复印出原样大小的图样或文件。

总的说来，缩微底片较复印成本低，又便于保管，可以减少大量的图库设施。

23.9 设计文件的保管

设计制造过程中的技术文件有两种，即设计文件和工艺文件。设计文件包括产品图样和其他设计文件。工艺文件包括工艺规程、工艺装备图样、材料定额、工时定额等等。技术文件一般是由各单位设置的专门机构——资料室进行管理。

根据企业的规模不同，资料室的大小和层次也有所不同（如大型企业有中心资料室，并主管各车间资料室），其基本要求是保管完整、查找迅速。基本任务有以下几方面：

（1）登记各种收到的技术文件和各种文件的流动情况。

（2）科学地保管各种文件（包括底图）。

（3）及时复制所需数量的文件复印本。

（4）及时将文件供给各生产部门。

（5）及时注销作废文件和更换损坏文件。

（6）制订和执行合理的借阅制度。

欲使资料室能圆满完成上述要求和任务，各企业都要制订适合本身情况的一整套保管制度，并备有卡片、表格、橱柜、必要的复印设备等物质设施。

第 24 章　CAD 制图

24.1　计算机辅助设计与制图词汇

本节介绍的词汇选自国家标准 GB/T 15751—1995，该标准等效采用 ISO/TR 10623—1991,《技术产品文件—计算机辅助设计与制图—词汇》。该标准规定了计算机辅助设计与制图的基本术语。

该标准适用于计算机辅助设计与制图中的技术文件及各种教材、科技书刊和手册等。

计算机辅助设计与制图的词汇见表 24-1：

表 24-1　计算机辅助设计与制图词汇

序号	英　　文	中　　文	含　　义
1	aiming symbol	目标符号	显示面上一个亮的圆或其他图形,用来指示检测的目标位置
2	algorithm	算法	为解题用的一个有限步骤内有序且意义明确的规则集
3	alphabet	字母表	一个有序的字母符号集,其顺序是公认的
4	alphabetic [numeric][alphanumeric] [binary]code	字母[数字][字母数字][二进制]代码	一种代码,可归结为一种代码元素集合,其元素由字母[数字][字母数字][二进制]字符集构成
5	American Standard Code for Information Interchange(ASCII)	美国国家信息交换标准代码	是关于字母和符号与它们的二进制编码表示的一种规定
6	analogy	模拟	一个事物(或过程)与另一个事物(或过程)之间存在某种函数关系或一定联系,则可用一个事物(或过程)去表示另一个事物(或过程),这种表示过程称为模拟
7	animation	动画	按一定的要求,三维物体的图形或二维图形按规定动作自动地变换(如旋转、放大、缩小或移动),并在屏幕上显示的图形称为动画
8	annotation	注释	在 CAD/CAM 系统生成的工程图、布局图或原理图上标注文字说明、专用符号或标记等的操作。利用 CAD/CAM 系统可在图上生成说明文字并把它置于适当的位置
9	Application software(program)	应用软件(程序)	专门对一个应用问题求解的软件(程序)

（续）

序号	英　　文	中　　文	含　　义
10	approval phase	检验阶段	正处于检查、验收阶段的设计数据文件，在原始文件上应做出检验的明显标记
11	artwork	原图	CAD 系统的输出之一。笔绘图、静电拷贝、光掩模图、照片及底片等都是 CAD 的原图形式，它们可直接用于机械零件、集成电路或印制电路板等的制造
12	assembly drawing	装配图	表示产品及其组成部分的连接、装配关系等的图样
13	assembly language	汇编语言	一种面向机器指令的程序设计语言
14	associative dimensioning	相关尺寸标注	CAD 的一种功能。它把尺寸实体与要标注尺寸的几何实体关联起来，可以使尺寸值随几何实体的改变而自动地更新
15	attribute	属性	一个实体被定义了的性质
16	authorization	授权	对于一用户，他访问（读、修改、插入、删除）某些数据的权限
17	automated，drafting system	自动绘图系统	一种利用计算机使绘图过程自动化的系统
18	automatic	自动	形容一个过程或设备，它在规定条件下运行时无需人的干预
19	automatic dimensioning	自动标注尺寸	CAD 的一种功能。它能够计算要标明的图形部分的尺寸，并自动标注尺寸线、箭头和尺寸数字。在测绘时，它还有标注线的特性，包括长度和方位
20	automation	自动化	过程或设备向自动运行的转换，或转换后的结果
21	background image	背景图像	在特定的一系列处理过程中，显示图像不变化的部分，如表格叠加部分，或称静止图像
22	bit map	位图	一种在存储器中存储的位式栅格图，用于生成光栅扫描显示器上的图像
23	blank drawing	空白图	对结构相同的零件或部件不按比例绘制并未标注尺寸的典型图样
24	blinking	闪烁	有目的地使一个或多个显示元素或图段的亮度发生周期性改变
25	block	图块	是一种命名的子图形，由图形元素（图形实体）或图块经定义后组成，用户可对其进行存储与调用（插入）等操作，常用来制作图形库
26	block diagram	框图	用线框、连线和字符表示系统中各组成部分的基本作用及相互关系的简图
27	boolean logic/operation	布尔逻辑/布尔运算	用于 CAD 的代数或符号逻辑计算式，以扩充设计规则检查程序和简化几何图形的设计
28	boundary representation	边界表示法	CAD 中实体结构的重要表示方法之一，也是当前计算机图形学中广泛运用的方法，它直接表示实体的拓扑边界，即通过将实体的边界分成有限个用边和顶点表示的“面”或“画片”的有界子集，从而定义一个给定的实体

（续）

序号	英　　文	中　　文	含　　义
29	bulk annotation	连续注释	CAD 系统的一种功能。它使设计者能够在一张图的多个位置上自动标注重复的文字说明或其他注释
30	central processing unit(CPU)	中央处理单元	一个主要功能单元,它包含一个或多个处理器和它们的内存储器
31	chamfer	倒棱角	把两条直线相交处用直线边倒成棱角,可由 CAD 系统自动完成
32	character	字符	用于表达、组织与控制数据的一个元素集合中的一个元素
33	character generator	字符发生器	一种功能部件,它是将字符的编码表示转换为字符的图形表示,以便于显示
34	chart	表图	用点、线、图形和必要的变量数值,表示事物状态或过程的图
35	check plot	校验图	由 CAD/CAM 系统自动生成的图形,其用途在于最终输出生成之前进行直观的检验和编辑
36	circuit diagram	电路图	用图形符号,按工作顺序,表示电路设备装置的组成和连结关系的简图
37	code	代码	表示特定事物(或概念)的一个或一组字符,这些字符可以是阿拉伯数字、拉丁字母或便于计算机和人识别与处理的其他符号
38	coded image	编码图像	显示图像的一种适合于存储和处理的表示
39	coding scheme	编码方案	把一个集合中的元素映射为另一个集合元素(编码模式)的一组规则的集合
40	colour displayer	彩色显示器	一种 CAD/CAM 显示装置。它使设计者易识别复杂设计中不同颜色层次上的各种设计元素,帮助设计者理解复杂的图形,减少其中的相互干扰
41	colour jet ink plot	彩色喷墨绘图机	是一种色彩与绘图介质融为一体,形成彩色图形的计算机图形输出设备。其输出的图形具有色彩丰富、表现力强、图形精美的特点。被广泛应用于城市建设规划、地质、石油、水利电力、气象等行业
42	colour printer	彩色打印机	是计算机输出文字与图形的一种外部设备。可以打印多达数百种颜色的文字、图形和图像,具有丰富的表现力
43	command language	命令语言	为了实现某些功能或任务而与 CAD/CAM 系统通信的语言接口
44	communication security	传输安全性	数据在信息传输中的物理安全性和传输协定的检查
45	compatibility	兼容性	特定硬件模块或软件程序、代码、语言无需事先改动或专用接口就能在其他 CAD/CAM 系统中使用的能力

（续）

序号	英　　文	中　　文	含　　义
46	compiler	编译	把用高级语言阐明的整个或部分程序转化为用一种中间语言，一种汇编语言或一种机器指令阐明的计算机程序
47	computer	计算机	能实现基本计算的一种功能设备，其中包括大量的算术运算或逻辑运算，在运算时无需操作员去干预
48	computer aided design(CAD)	计算机辅助设计	包括绘图与叙述的设计活动，其中信息处理的系统用计算机完成某项设计任务
49	computer aided design and drafting(CADD)	计算机辅助设计与制图	利用计算机系统来完成产品的设计与制图
50	computer aided drawing(CAD)	计算机辅助绘图	利用计算机及其外围设备完成制图工作的原理、方法和过程。又称计算机制图
51	computer aided engineering (CAE)	计算机辅助工程	用信息处理系统分析一个设计，以检查其基本错误，优化其工艺性、使用性、生产与经济性
52	computer aided manufacturing (CAM)	计算机辅助制造	一个生产过程，其中信息处理系统用来指导与控制制造
53	computer aided software engineering(CASE)	计算机辅助软件工程	按科学原理与工程技术方法进行软件开发，并由计算机控制与实现
54	computer assisted instruction (CAI)	计算机辅助教学	利用计算机协助进行各种教学活动，CAI 系统有时亦称为计算机辅助学习系统(computer assisted learning 简称 CAL)，一般由通用计算机系统再配上能实现教学功能课程软件(coursware)所组成
55	computer graphics(CG)	计算机图学	用计算机作数据到图形相互转换的原理、方法与技术
56	computer integrated manufacturing (CIM)	计算机集成制造	所有活动集成于一种计算机计划管理与控制系统下的生产
57	computer outputer microfilming (COM)	计算机缩微输出	把记录数据用计算机直接转换到缩微制品的一种技术
58	computer program	计算机程序	由说明和语句或指令组成，并按照一种特定的程序设计语言规则构造的一个语法单元，用于求解某一功能、任务或问题
59	computer system security	计算机系统安全性	对一个数据处理系统，建立与采用技术上与管理上的保护，以防止硬件、软件和数据遭受偶然或有意的修改、借用、自毁或泄漏
60	conceptual	方案图	概要地表示工程项目或产品设计意图的图样
61	connection diagram	接线图	表示成套装置、设备或装置的连接关系的简图
62	constructive solid geometry(CSG)	结构实体几何表示法	CAD 中实体结构最易理解和最重要的表示法之一。它通过实体体素及布尔运算(如并、交、差等)定义一个给定的形体

（续）

序号	英　　文	中　　文	含　　义
63	coordinate graphics	坐标图形	一种计算机图形,其显示图像是由显示命令和坐标数据产生的
64	copyright	版权	一种公布(出版)、生产的专门权利,或出售数据或成品的专门权利,在一个限定时间内受法律的保护
65	cursor	光标	一个可移动的可见标记,在显示面上用来指示下一次将要发生操作的位置
66	curve generator	曲线发生器	一种功能部件,它将一条曲线的编码表示转换为曲线的图形表示,以便于显示
67	data	数据	在一定格式下可重新解释的信息表达形式,适用于通信、解释或处理
68	data bank	数据库集	与主题相关的一组数据集合,使用户可以查询
69	data base	数据库	在多个独立用户提出数据需求时,用于接受存储与提供数据的一个数据结构
70	data base management system (DBMS)(Database system)	数据库管理系统(数据库系统)	一个定义、建立、运算、控制、管理和使用数据库的计算机系统
71	data medium	数据媒体	可以存取数据的材料,如:磁带、磁盘等
72	data processing(DP)	数据处理	数据操作的系统完成过程,例:数据运算与逻辑运算,数据的合并与检索,汇编与编译程序
73	data security	数据安全	未经许可不准访问或使用数据
74	data structure	数据结构	符号表达式及其存储分配特性的语法结构数据的组织形式,有逻辑结构和存储结构之分;逻辑结构包括:串、数组、表、栈、队列、树等,存储结构包括:向量、链表等
75	data transfer	数据传送	数据从一个计算过程有序地移动到另一个过程中
76	default	缺省值	在 CAD/CAM 的作业或操作中一个参数所需要的预定值,它由系统自动提供,而不是由人工确定的
77	Default selection	缺省值选择	CAD/CAM 的一个特点,它允许设计者为设计中的产品预选定一些参数,然后,每次发出的命令都要使用这些缺省值参数。输入命令时,通过选择不同的参数,设计者能够取代它们
78	Design drawing	设计图	在工程项目或产品进行构形和计算过程中所绘制的图样
79	design file	设计文件	在 CAD 数据库中与一个设计项目有关的并能作为一个单独的文件直接存取的信息集合
80	design phase	设计阶段	软件生存周期中的一段时间。在这段时间内,产生体系结构,软件组成部分,接口和数据的设计,为设计编制文件,并对其进行验证,以满足预定需求

（续）

序号	英　　文	中　　文	含　　义
81	design rules checking	设计规则检查	一个 CAD 程序，它能够自动检验被显示各种设计或图形是否违背用户选择的设计规则
82	design specification	设计说明	一种把系统或系统组成部分（如软件配置项）的设计编制成文的规格说明。典型内容包括系统或系统组成部分算法、控制逻辑、数据结构、数据设定与使用信息、输入输出格式和接口描述
83	detail drawing	零件图	表示零件结构、大小及技术要求的图样
84	detailed design	详细设计	推敲并扩充初步设计，以获得关于处理逻辑、数据结构和数据定义的更加详尽的描述，直到设计完善到足以能实现的地步，这个过程称做详细设计
85	detailing	零件设计	为生成零件图而加入必要信息的过程
86	detectable element（segment）	可检测元素（图段）	能被拣取设备检测到的显示元素（图段）
87	development phase	开发阶段	产品设计与改进工作在进行中的状态
88	device coordinate	设备坐标	在与设备有关的坐标系中规定的坐标
89	digital	数字的	形容数字形式的数据
90	digitization（名词）	数字化	用计算机程序来收集一个物理状态的数据，并把这些数据表达为字母数字的形式
91	digitize（动词）	数字化	把一种不是离散形的数据，表达或说明成一个数字型数据
92	digitizer	数字化仪	是由数字输入板构成的一种 CAD 输入装置。在板面上配上所需图样或草图，通过电子笔或读数盘输入到系统中去
93	diskette（floppy disk，flexible disk）	软盘	装在一个保护套中的软磁盘
94	display	显示	数据或信息的直观表示
95	display command	显示命令	改变状态或控制显示设备动作的一种命令
96	display device	显示设备	给出数据可视表达的输出单元
97	display element	显示元素	能用来构成显示图像的基本图形元素，如一个点、一条线等
98	display image	显示图像	在显示表面上同时表达的显示图素或显示图段的集合
99	display space	显示空间	对应于可用显示图像区域的那部分设备空间
100	display surface	显示面	在一显示设备中，显示图像呈现的媒体分
101	distribution phase	发布阶段	发布一个验收后的文件及数据或其部分，并发送到文件颁发表

（续）

序号	英　　文	中　　文	含　　义
102	document	文件	a. 一个数据媒体，数据记录其上，通常是永久的可由人或机器来读取 b. 可作为一个单元处理的在一数据载体上的信息
103	documentation	文件（管理）	a. 文件管理，它包括标识、获取、处理、储存与传播等活动 b. 在给定主题下的文件集合 c. 涉及一个或多个方面的各种文件的集合
104	documentation security	文件（系统）安全性	在整个产品设计过程中，文件（系统）的安全性，包括通信安全性，安装与运行安全性、系统安全性和文件内容安全性
105	document content security	文件内容安全性	对应于受权与版权的文件安全性，它包括不同级别的受权安全性与版权安全性
106	document issuing list（DIL）	文件颁发表	在同一时间内颁发的文件表，除文件表示、版本索引等信息外，文件颁发表包括用户姓名、需用的媒体、拷贝数、用户授权等全部信息
107	dot matrix character generator	点阵字符发生器	一种字符发生器，它产生的字符图像由点的阵列组成
108	dot matrix plotter	点阵绘图仪	为生成图表用的一种 CAD 外部设备。由点阵构成图形，用点的有无或疏密来表示物体、背景或它们的明暗程度
109	dragging	拖动	沿着由定位器所确定的路径，在显示面上移动一个或多个图段
110	drum plotter	滚筒式绘图仪	将显示图像绘制于安装在旋转鼓的显示面上的一种绘图仪，也称鼓形绘图仪
111	dynamic image	动态图像	对于每一种处理都能发生变化的部分显示图像
112	dynamic motion	动态运动	利用 CAD 软件实现的运动仿真，使设计者能够在显示屏幕上看到一台装置中各零件的动态相互作用的三维表示，因而碰撞和干涉现象会立即显示出来
113	echo（in computer graphics）	应答（用于计算机图形）	在显示控制台上，针对输入设备所提供的当前值，给用户做出即时通知，常称反馈
114	electrical plotter	静电绘图仪	一种光栅绘图仪，它是采用一排电极以静电方式将墨水印在纸上
115	electronic data processing（EDP）	电子数据处理	主要用电子设备来完成的数据处理
116	element	元素	CAD 中的基本设计实体，可分为逻辑的、位置的、电气的或机械的等功能
117	entity	实体	客观存在并可独立处理的元素。它是 CAD 中绘制设计图或工程图中使用的基本信息成分。分为几何的和非几何的。几何实体表示物理形状，如弧、圆、线、点、样条等；非几何实体表示注释和说明，如技术说明等

（续）

序号	英　　文	中　　文	含　　义
118	family of parts	零件族	已经设计的具有类似几何特征(如直线、圆、椭圆)但物理尺寸不同《如长、宽、高、角度》的零件集合。当设计者选择了所需的参数时,则一个专用的 CAD 程序便能自动生成一个新的零件,可节约大量时间
119	field	字段	在一数据媒体或存储器中,对数据元素的某个类型规定可使用的区间
120	figuration drawing	外形图	表示产品外形轮廓的图样
121	file	文件	作为一个单元来存储与处理的一组记录命名的集合
122	figure	图形	一个符号或零件,它可能含有图素实体、其他几何图形、非图形特征以及它们的联系
123	fillet	倒圆角	把两个相交曲线或直线倒成圆角或弧,可由 CAD 系统自动生成
124	finite element analysis(FEA)	有限元分析	把零、部件或物理结构模拟分解为离散元素作强度等分析以决定其整体构造
125	flatbed plotter	平板绘图仪	将显示图像绘制于安装在平面上的一种绘图仪
126	flow diagram	流程图	表示生产过程事物各个环节进行顺序的简图
127	foreground image	前景图像	对于每一种处理能发生变化的部分显示图像
128	formatted	格式化	使记录媒体表面按既定的格式记录信息
129	function keyboard	功能键盘	CAD/CAM 系统的一种输入设备,它装有若干功能键
130	general plan	总布置图	表示特定区域的地形和所有建(构)筑物等布局以及邻近情况的平面图样
131	geometric modeling	几何建模	在计算机中表达三维形状,并且形状上可以控制的造型技术
132	graphical kernel system	图形核心系统	用于计算机图形编程的一组功能集,生成图形最基本图素的国际标准。它提供应用程序与图形输入输出设备的配置功能接口
133	graph	算图	运用标有数值的几何图形或图线进行数学计算的图
134	graphical model	图模型	显示一个目标的二维或三维图像
135	graphic character	图形字符	不同于控制字符的一种字符,它具有可视的表达,通常可以写出、打印输出或显示
136	graphic monitor	图形监视器	在数据处理系统中监视与记录选定活动的一种功能装置,它在二维图形模式下分析与显示这些图像
137	graphical kernel system(GKS)	图形核心系统	是一个图形系统标准,可用做应用图形软件包的核心,它与图形设备无关,它的定义独立于程序设计语言
138	graphics library	图库	在 CAD/CAM 数据库中存放一些标准的,经常使用的符号、组件、图案或零件作为样板或结构单元,以加速在系统中的今后设计工作,并通常在通用的库名下组成文件

（续）

序号	英　　文	中　　文	含　　义
139	grid	网点	在屏幕上用于定位的一组矩阵形式分布的点
140	hard copy	硬拷贝	一个用输出设备(如打印机、绘图机)产生的显示图像的不可改变的拷贝,并可以携带
141	hard ware	硬件	一个信息处理系统的全部或部分物理装置
142	hidden line	隐线	在三维物体的投影中,代表被遮挡而看不见的线段
143	hidden outline	隐藏轮廓线	由视点观察,表示不可见的曲面轮廓线或边界
144	hidden surface	隐藏面	在三维实体的图形显示中,看上去被遮蔽着的(即看不见的)曲面或平面
145	highlighting	醒目	通过修改某个显示元素或图段的视觉属性,以达到突出它们的效果
146	incremental coordinate	增量坐标	把前一个给定点作为参考点的一种相对坐标
147	incremental vector	增量向量	终点是由相对于始点的位移来确定的一种向量
148	information	信息	对任何客体,比如事实、事件、事情、过程、或思想(包括概念)的知识和数据。在一定范围内有其特殊的含义
149	information processing	信息处理	系统地进行信息的操作,它包括数据处理,也可以包括数据通信、办公自动化的操作
150	initial graphics exchange specification(1GES)	初始图形交换规范	不同 CAD/CAM 系统之间图形数据传输的国际标准
151	input devices	输入设备	允许用户与 CAD/CAM 系统通信的各种输入装置。如键盘、鼠标器、数字化仪等
152	input/output(I/O)	输入/输出	从属于在输入过程和输出过程中同时或不同时包含的设备、过程、通道,或从属于它们的相关的数据或状态
153	installation drawing	安装图	表示设备、构件等安装要求的图样
154	installation security	安装的安全性	计算设备和数据处理的存储介质的物理安全性,它包括有关供电、通风、冷却、磁导、静电能或物理障碍
155	instruction	指令	由语言构造的命令,说明一个操作。如果有操作数,则识别操作数
156	interactive graphics system	交互图形系统	是指一个 CAD/CAM 系统,人机交互地使用工作站,完成文本处理,草图及图形生成。设计者(操作员)可以干预输入数据并直接控制程序的运行,通过显示屏幕可直接观察反馈,提供系统与设计者间的双向通信
157	interactive mode	交互方式	是计算机系统的一种操作模式。在这种模式下,用户与系统之间可选择一系列的入口和应答方式以类似于两人之间的对话形式进行
158	interface	界面	两个功能单元的接口。由功能特征,公共的物理互相关联特征、信号特征和其他相当的特征所定义

（续）

序号	英　　文	中　　文	含　　义
159	interface requirement	界面需求	规定一个系统或系统组成部分必须与之接口的硬件、软件或数据库元素的需求或由这样一个接口引起的对格式、时间关系或其他因素提出的约束条件
160	interference checking	干涉检验	CAD/CAM 系统的一种功能。它使工厂或机械设计者能够自动地检查一个三维数据模型，能够非常精确地指出管路、设备、结构或机器间的干涉情况，计算机的分析生成在公差范围内的干涉一览表
161	issue and distribution	出版和发行阶段	这个阶段出版和发行文件，它发生在检验和存储阶段之间
162	item	项目	a. 组件、零件、元素或在图纸上表达物体的物理特征 b. 某个基本零件，组件，设备，功能单元等，通常在图上用符号表示
163	keyboard	键盘	按一定方式排列的字母键和功能键，是一种输入设备
164	kinematics simulation	动态仿真	计算机辅助工程中的功能。在系统中正被设计的机械或机构动态地显示其各部分的运动，模拟程序使得正处于设计阶段的机械为检查其干涉、加速和力的确定，而动态地显示其动作的过程
165	laser printer	激光打印机	是一种效率高、精度高、速度快的计算机文字、图形输出的先进设备。打印出的图形可与笔式绘图机绘制的图形媲美
166	layer	层	在 CAD 中存放一组相关实体的数据结构，该结构可控制实体颜色、线型等的属性及显示方式
167	layer discrimination	层辨别	有选择地对不同层安排不同的颜色，或通过灰度等级强调不同的实体。这样在屏幕上对不同层的数据从图形上可以辨别出来
168	layering	层次化	在 CAD/CAM 的数据库中逻辑组织数据的一种方法、功能不同的数据分别放入不同的层中，每一层既可单独显示也可以按任何所期望的不同层组合在一起显示
169	layers	多层	用户定义的 CAD/CAM 数据库中数据的逻辑子集，它们既可在终端上单独显示，也可以几层重叠在一起显示
170	layout	布局	a. 机械零件；产品或工厂的机械、电气组成部分的布置图，它可以在 CAD 系统中被构造并可被显示或拷贝出来 b. 在集成电路芯片设计中是对扩散、多晶硅喷涂等各种区域进行几何设计。集成电路布局反应了逻辑设计中的各种功能的执行，它可以由 CAD 系统交互地生成
171	library(of data)	库(数据的)	一组相关的文件(程序或函数等)
172	line graphics	线划图形	一种计算机图形，其显示图像是由显示命令和坐标数据所产生

（续）

序号	英　文	中　文	含　义
173	line printer	行式机	用于快速打印数据的一种 CAD/CAM 系统的打印输出设备
174	line smoothing	线光顺	通过在线性实体中插入一些附加点，以产生一系列更短的线段，这种初始的线性元素变成了光滑的曲线，这种映象功能称为线光顺
175	lines plan	型线图	用成组图线表示物体特征曲面（船体、汽车车身、飞机机身等型表面）的图样
176	list	表	数据元素的有序集合
177	locator	定位器	是一种用于屏幕上指定位置的设备，例如：鼠标器、图形输入板
178	logical graphic function	逻辑图形功能	对图形实体域进行布尔操作（与、或、异或、非等）的一种 CAD/CAM 系统的功能
179	logic diagram	逻辑图	主要用二进制逻辑单元图形符号所绘制的简图
180	magnetic disk	磁盘	一个具有磁性表面层（单面或双面）的圆片，用于存储数据
181	mainframe	主机	通常配置在计算中心的计算机，它具有可扩展的能力和资源，其他计算机可与之联机，以共享该机的资源
182	map generalization	映象生成	为减少显示图像的图形、非图形信息的一种自动映象过程，经常使用从一系列大幅图像生成复合图
183	marker	记号	在显示面上具有指定形状的一个标记，用来指出一个特定的位置
184	Mass-properties calculation	物性计算	CAD/CAM 系统的一种功能，它能自动计算正被设计的三维零件的物理/工程信息，例如：周长、面积、重心和惯性矩等
185	matrix	矩阵	元素的矩形阵列，按行列排列，可以按矩阵代数的规则操作
186	menu	菜单	数据处理系统为用户显示的选择项或列表，用户可选择某项并进入该项操作
187	mesh network	网格的网络	纵横至少有两个节点，每个节点上安置一个计算机
188	microcomputer	微型计算机	数字计算机；它的处理单元由一个或更多微处理器组成，并包括存储器和输入输出装置
189	minicomputer	小型计算机	数字计算机。它的功能介于微机与主机之间
190	mirroring	镜像变换	显示元素对显示面所在平面上的一个轴翻转 180°
191	model drawing	毛坯图	零件制造过程中，为铸造、锻造等非切削加工方法制作坯料时提供详细资料的图样

（续）

序号	英　文	中　文	含　义
192	monitor	监视器	在用于分析计算的数据处理系统中,用于观察和记录操作的设备
193	mouse	鼠标器	一种手控定位器,通过将其在平面上移动来进行操作
194	multimedia technique	多媒体技术	它是计算机综合处理多种媒体信息:文本、图形、图像和声音,使多种信息建立逻辑连接,集成为一个系统,并具有交互性
195	node	节点	显示在屏幕上的设计参考点,通过 CAD 交互式输入设备相关的线或正交可与该点相联
196	normalized device coordinate	规格化设备坐标	在一个中间坐标系中规定的且规格化到某个范围(一般是 0 到 1)的设备坐标
197	numeral	数字	数的离散化表达。如十进制、二进制等
198	numerical control(NC)	数字控制	a. 通过某种设备,利用数字自动控制执行某个过程,这些数据通常伴随运行进程生成 b. 操作机床的一项技术,机床的动作由用数字编程的命令决定
199	numerically controlled draughting machine	数控绘图机	是一种生成技术图纸的计算机输出设备
200	open systems interconnection reference model	开放系统互联参照模型	ISO 基本模型。一种描述开放系统互联目标和它的七层层次性排列的基本原则的模型
201	operating security	操作安全性	为了防止预想的或意外的对于数据处理系统操作的损害所进行的处理
202	operating space	操作空间	对应可用于显示图像区域的那部分设备空间
203	operating system	操作系统	控制程序执行的软件。它能提供系统资源分配、列表、输入输出控制、数据管理之类的服务
204	operation	操作	严格定义的动作。对任何已知目标进行各种操作,则阐述一个新的目标
205	optimization design	优化设计	利用计算机确定最优的设计过程,以满足最省能源、降低成本、容易维修等要求
206	original backup	原始备份	为了数据的安全,保存,对原始文件进行准确的拷贝。通常是用同一存储介质,必须是同样的数据,它在物理上是与原始文件分开存储的
207	original data	原始数据	一些尚待进一步进行监测和验证的数据集
208	original document	原始文件	在原始媒介上,组成一项产品的技术定义原始数据的集合,它还构成产品的生存期中对产品进行改进的基础
209	original drawing	原始图样	具有当前经验证的信息或数据的图样,它记录了最新修改的信息

（续）

序号	英　　文	中　　文	含　　义
210	original medium	原始介质	原始文件存储设备。在 CAD 技术领域中，它通常为磁带、硬盘、软盘
211	output device	输出设备	将数据从计算机中传递出的设备
212	output primitive	输出原语	能用来构成显示图像的基本图形元素
213	overlay	覆盖	一个程序或数据段，当它们被放入内存时占用其他已在内存中的程序或数据所占的空间
214	panning	漫游	不断地使显示图像平移，以得到图像侧向运动的视觉效果
215	pattern generation	模式发生	a. CAD 集成电路设计信息转换为一种较简单的形式（只有矩形或只有梯形），以适用光或电子束设备生成掩膜版 b. 用模式发生器直接生成集成电路板
216	pen plotter	笔式绘图机	CAD/CAM 系统的一种图形输出设备，它用圆珠笔或墨水笔画出显示图形的硬拷贝。如果需要精确的工程图则需要这种设备，它能给出所期望的均匀的和密的实线型，能准确的定位以及选择各种颜色
217	peripheral equipment	外围设备	由某个特定计算机控制，并能与其通信的任何设备；也可简称为外设，例如：输入输出单元、辅助存储器
218	phasing out	暂存	将产品的设计文件从当前文件存储区移到长期存放的存储区，这种情况是在一种产品停止生产后出现
219	photo plotter	光绘图机	一种用光信号控制的 CAD/CAM 系统的输出设备
220	picture element（PEL）	画面元素	屏幕显示的最小单元，它可以单独赋颜色值或量度值。也可称为像素
221	piping system drawing	管系图	表示管路系统中介质的流向、流经的设备，以及管件等连接、配置状况的图样
222	plotter	绘图仪	在可移动的介质上以二维图形为表达方式，直接生成数据和硬拷贝记录的输出设备
223	plotter step size	绘图仪步长	绘图仪的增量值
224	plotting head	绘图头	绘图仪中能在显示面上产生标记的那个部件
225	postprocessor	后处理程序	是一种进行最终计算或数据组织的计算机程序
226	preprocessor	前处理程序	是一种进行最初计算或数据组织的计算机程序
227	preprocessor	预处理器语言	是一种计算机程序预处理的功能单元。例如：一个宏生成器，可以作为一个转换器的预处理器
228	primitive	元素	指基本体素。如：棱柱、圆柱、锥、球等，也常用指图形元素、原语等
229	printer	打印机	一种输出设备，它主要以一系列的离散的图形符号形式产生数据信息的硬拷贝记录

（续）

序号	英　　文	中　　文	含　　义
230	product data exchange standard (PDES)	产品数据交换标准	用于传送 CAD 数据的一个绘图国际标准
231	production drawing	施工图	表示施工对象的全部尺寸、用料、结构、构造以及施工要求，用于指导施工的图样
232	raster display	光栅显示器	一种显示器。它的显示图像是由光栅图形生成的
233	raster graphics	光栅图形	显示图像由像素阵列组成的计算机图形
234	raster plotter	光栅绘图仪	采用逐行扫描技术在显示面上产生显示图像的一种绘图仪
235	raster scan	光栅扫描	是 CAD/CAM 系统使用的主要显示技术，它通过逐行扫描整个屏幕而生成图像
236	raster unit	光栅单位	一种测量单位，它等于相邻二个像素之间的距离
237	read only memory(ROM)	只读存储器	一种存储设备，在该设备中，在通常情况下，数据只能读取，不能写入
238	record	记录	将一组数据元素，当做一个单元称记录
239	relative coordinate	相对坐标	一种坐标，它是相对于一个给定点来确定一个所求点的位置
240	replicate	复现	在显示屏幕的任意位置上并以期望的任何缩放比例拷贝设计的对象
241	resolution	分辨率	在显示屏幕上不同的可见元素间的最小间隔，也就是其最细小的分辨能力
242	revision phase	修改阶段	在这个阶段进行修改，这些改动有待后续检测与验证
243	rotating	旋转（用于计算机图形）	显示元素围绕一个固定轴转动
244	scaling(in computer graphics)	定比例（用于计算机图形）	根据要求放大或缩小一幅显示图像的一部分或整体。当确定比例时不一定在所有方向具有同一比例因子
245	schematic diagram; elementary diagram	原理图	表示系统、设备的工作原理及其组成部分的相互关系的简图
246	scrolling	滚动	垂直或水平地移动窗口，使得随着原数据消失，新数据出现在视口内
247	security	安全性	对计算机硬件、软件进行的保护，以防止其受到意外的或蓄意的存取、使用、修改、毁坏或泄密。安全性也涉及到人员、数据、通信以及计算机有安装的物理保护
248	segment(in computer graphics)	图段（用于计算机图形）	可作为一个整体来操作的一组显示元素。一个图段可由几个彼此分离的点、线段或其他显示元素组成
249	shape	形	是一种用短矢量画出的命名子图形或字符，用专门的格式定义与存储，用户可对其进行调用。常用来制作矢量字库或符号库

（续）

序号	英　　文	中　　文	含　　义
250	signature document	签署的文件	带有用户或主管部门通过论证与批准的书面原始文件,对它不能进行任何形式的改动
251	simulation	仿真	利用程序设计技术来精确模拟一个系统(如自动控制系统)生产过程等的过程叫仿真
252	sketch	草图	以目测估计图形与实物的比例,按一定画法要求徒手(或部分使用绘图仪)绘制的图
253	soft copy	软拷贝	一种非永久性的显示图像。例如:阴极射线管显示的图像
254	software	软件	数据处理系统中的部分或全部程序、过程、规则和有关文件
255	solid model	实体模型	显示三维物体的固体性质的形式,是一种三维几何模型,它能将物体的内外形状都表示得很清楚的一种形体模型
256	standard for the exchange of product model data(STEP)	产品模型数据交换标准	用于取代 IGES、TDES 等标准的一个绘图国际标准
257	static image	静止图像	在特定的一系列处理过程中,显示图像不变化的部分,如表格叠加部分
258	storage phase	存储阶段	在这一阶段,设计文件被存档。这样文件可以借阅,拷贝或修改
259	stroke character generator	笔画字符发生器	一种字符发生器,它产生的字符图像是由线段组成的
260	stroke device	笔画设备	一种输入设备,它提供一组坐标值,该组坐标值记录设备走过的路径
261	subscriber	用户	被授权使用某个系统的单项或多项服务的人
262	surface machining	曲面加工	自动生成三维物体形状加工的数控轨迹,物体的形状和数控轨迹都可以利用 CAD/CAM 系统的功能产生
263	surface model	表面模型	是一种表达三维物体表面的显示模式
264	symbol[character][alphabetic][binary digit]string	符号[字符][阿拉伯数字][二进制数]串	由[字符][同一字母表中的字母][二进制数字]符号组成的符号串
265	tablet	图形输入板	一种特殊的平板,它具有能指示位置的机构,通常用做定位器
266	tabular drawing	随表格图	用图形和表格,表示结构相同而参数、尺寸、技术要求不尽相同的产品图样
267	task	任务	在多项目编程或多项处理环境下,由控制程序将单个或多个指令序列,当做一个工作单元,由计算机完成,这个工作单元称为任务

（续）

序号	英　　文	中　　文	含　　义
268	(User) terminal	（用户）终端	用户与计算机通信的输入输出设备
269	three dimensional projection	三维投影	将三维物体投影到一个平面上
270	tracking (in computer graphics)	跟踪（用于计算机图形）	移动跟踪的动作
271	tracking symbol	跟踪符	显示面上的一种符号，用于指示相应于由定位器所产生的坐标数据的位置
272	transfer protocol	传输协议	数据从一个应用软件包到另一个应用软件包的传递方法
273	translating	平移	使一个或多个显示元素发生相同位移的动作
274	翻滚	tumbling	显示元素环绕一个轴旋转的动态显示，此轴的方向在空间的方位不断改变
275	turn key system	总控钥匙系统	安装后即可使用的数据处理系统，为用户提供了准备运行的环境条件，也可为特定的用户或应用而专门制作的
276	tutorial	指导	CAD/CAM 系统的一种功能，当用户不知如何执行任务时，可询问系统，系统将在显示屏上显示有关的信息和指南
277	user coordinate	用户坐标	由用户确定的，并在与设备无关的坐标系中表示的坐标
278	vector	矢量	具有大小和方向的一种量。在 CAD 中通常指一有向线段
279	vector generator	矢量发生器	一种功能部件，它用于产生有向线段
280	viewing transformation	视口变换	窗口的边界及其内容到视口的边界及内容的影射
281	viewport	视口	显示空间中预先规定的一部分
282	virtual space (in computer graphics)	虚拟空间（用于计算机图形）	一种空间，在此空间内，显示元素的坐标是以与设备无关的方式来表示的
283	wireframe model	线框模型	使用一系列线段勾画出来轮廓，用来描述对象形状的一种三维几何模型
284	word	字	按一定的目的，将一个字符串看做一个单元
285	wireframe representation	线框表示	是一种用边框表达三维物体的模式，这种方法不能消除隐藏线
286	workstation	工作站	用户使用的一个功能设备
287	world coordinate system	世界坐标系	一种与设备无关的，用于在应用程序中规定图形输入、输出的笛卡儿坐标
288	write protect	写保护	CAD/CAM 系统数据存储的保护功能。它避免新写的数据取代原有的数据

（续）

序号	英　　文	中　　文	含　　义
289	zero	零点	绝对坐标系中定义的坐标原点。X、Y、Z 轴交汇处
290	zero offset	零点偏置	在数控装置中,允许在指定的范围内重新定义零点位置。这样就形成了一个新的参考坐标系,形成零点偏移
291	zooming	缩放	不断地改变整个显示图像的比例,以得到部分或整个图段靠近或远离观察者的视觉效果

24.2　CAD 系统用图线的表示

24.2.1　概述

本节的内容取自于国家标准 GB/T 18686—2002，该标准根据 ISO128—21《技术制图　表示的一般规则　第 21 部分　CAD 系统用图线的表示》编制而成。在技术内容和编写格式上等同采用该国家标准。

该标准提出了 CAD 系统中设计开发非连续图线的计算方法和基本要求，国内如机械、电气、建筑和土木工程等行业应用 CAD 系统绘制图样时，所用到的非连续图线应该遵循该标准的规定，其他特殊技术领域图样所采用非连续图线可根据需要进行增补。本小节介绍了部分非连续图线。

24.2.2　图线元素的计算

1. 虚线（No. 02 线型）

虚线的结构如图 24-1 所示。示例如图 24-2 所示。

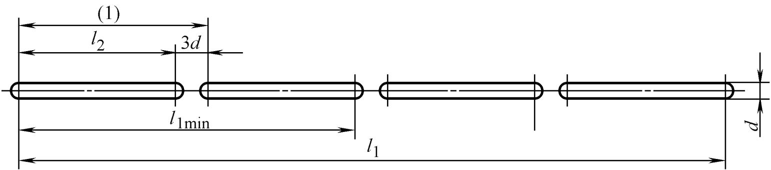


图　24-1

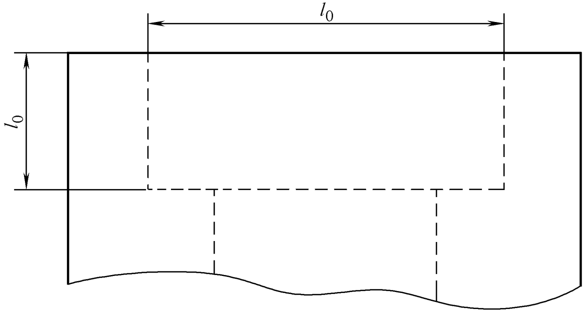


图　24-2

计算公式：

a）虚线的全长：$l_1 = l_0$

b）一条虚线内的短画数目：$n = \dfrac{l_1 - 12d}{15d}$（一般圆整）

c）短画的长度：$l_2 = \dfrac{l_1 - 3dn}{n+1}$

d）虚线的最小长度：$l_{1\min} = l_{0\min} = 27d$（2 条短画各为 $12d$，1 个间隔为 $3d$）

如果在画虚线时长度小于 $l_1 = 27d$，可以采用将各部分尺寸放大的形式（比例应按 GB/T 18229 的要求）。

允许按定长的短画（$12d$）画线，此时线的一端可能是较长或较短的短画。

计算举例：

$$l_1 = 125 \qquad d = 0.35$$

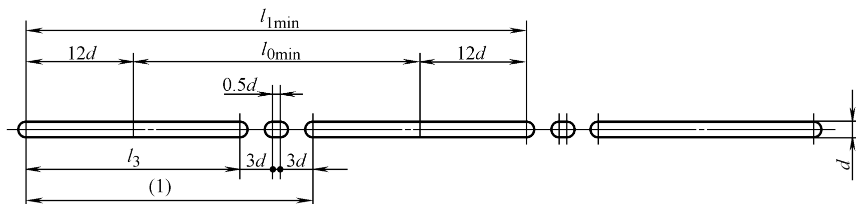
$$n = \frac{125 - 4.2}{5.25} = 23.01 \approx 23$$

$$l_2 = \frac{125 - 24.15}{24} = 4.202$$

结果：线长为 125mm、线宽为 0.35mm 的虚线，有 23 个线段，长为 5.252mm（4.202mm +1.050mm），有一个短画，长为 4.202mm。

2. 点画线（No. 04 线型）

点画线的结构如图 24-3 所示。示例如图 24-4 所示。



注:(1)为线段长度。

图　24-3

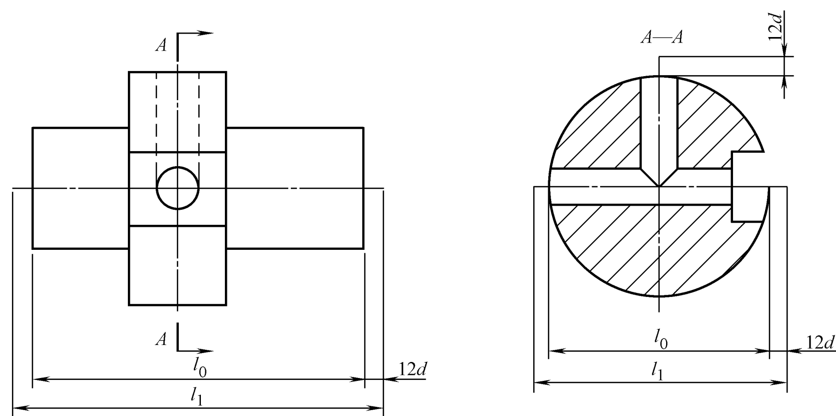


图　24-4

计算公式：

a）点画线的全长：$l_1 = l_0 + 24d$（线应超出图形轮廓线）

b）点画线内的分段数目：$n = \dfrac{l_1 - 24d}{30.5d}$（一般圆整）

c）长画的长度：$l_1 = \dfrac{l_1 - 6.5dn}{n+1}$

长度小于 $l_{1\min} = 54.5d$ 的线，允许用细实线画出。为了满足 GB/T 17450—1998 第 5 章的要求，长画的长度可以增加或减少。

计算举例：

$$l_0 = 125 \qquad d = 0.25$$

$$l_1 = 125 + 6 = 131$$

$$n = \frac{131 - 6}{7.625} = 16.393 \approx 16$$

$$l_3 = \frac{131 - 26.00}{17} = 6.176$$

结果为：线长为 131mm、线宽为 0.25mm 的点画线，有 16 个线段，长为 7.801mm（6.176mm + 0.750mm + 0.125mm + 0.750mm），有一个长画，长为 6.176mm。

3. 双点画线（No. 05 线型）

双点画线的结构见图 24-5。示例见图 24-6。

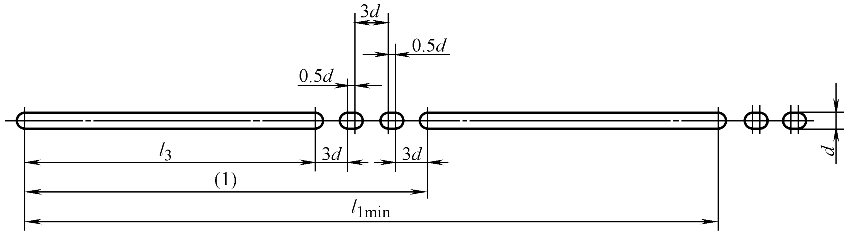


图 24-5

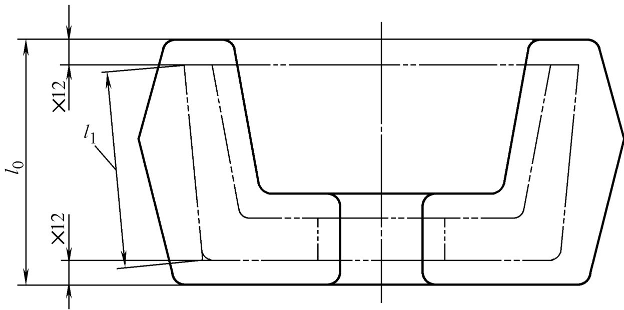


图 24-6

计算公式：

a）双点画线的全长：$l_1 = l_0 - x$

b）双点画线内分段数目：$n = \frac{l_1 - 24d}{34d}$（一般圆整）

c）双点画线长由的长度：$l_3 = \frac{l_1 - 10d}{n + 1}$

d）双点画线的最小长度：$l_{1\min} = 58d$

长度小于 $l_1 = 58d$ 的双点画线，应按 GB/T 17450 的放大比例画出。

允许在画长画时改变线的方向，见图 24-7。

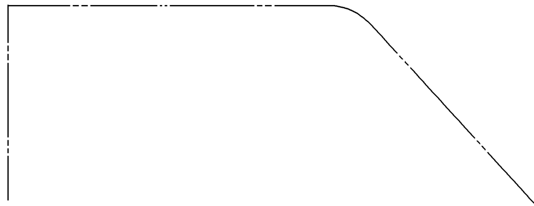


图　24-7

为了满足 GB/T 17450—1998 第 5 章的要求，长画的长度可以增加或减少。

计算举例：

$$l_0 = 128 \qquad d = 0.35 \qquad \frac{x}{2} = 1.5$$

$$l_1 = 128 - 3 = 125$$

$$n = \frac{125 - 8.4}{11.9} = 9.798 \approx 10$$

$$l_3 = \frac{125 - 35.00}{11} = 8.182$$

24.3　CAD 图层的组织和命名

24.3.1　概述

本节内容取自国家标准 GB/T 18617.1—2002，该标准根据《ISO 13567—1：1998　技术产品文件　CAD 图层的组织和命名　第 1 部分　概述与原则》编制而成，在技术内容和编写格式上等同采用该国际标准。

该标准规定了在 CAD 文件中组织图层结构的通用原则。图层用于 CAD 文件中控制数据的可见性以及对数据的管理和交换，应用于表达其结构。

这些原则适用于在计算机系统中准备和使用技术文档的所有方面，尽管这些原则对用户来说是原则性的，但期望 CAD 系统的开发者提供能实施和支持本标准这部分内容的软件工具。此外，这些原则的另一重要用途是指导在第三方开发的子库中如何构造数据。

24.3.2　概念定义

1. 层（layer）

CAD 数据文件中要素的组织属性。为管理和传输数据，可进行分隔，而且可控制计算机屏幕与绘制图样的可见性。

注：在 CAD 系统中，有与“layer”的同义词，如“level”。

2. CAD 模型（CAD model）

结构化的 CAD 数据文件，它按表达对象的实际构成来组织。例如，一个建筑或一台机械设备。

注：模型可以是二维的或三维的，可以包括该对象的图形数据和非图形数据。

3. CAD 图样（CAD drawing）

CAD 模型的输出表达式，表示在屏幕上或在图纸上。

注：图样中的可见性，可以用视图和图层控制，图样可以包括附加图形，例如图框、标题栏和图表。

CAD 图样也可以不需要在一个 CAD 模型下建立而独立建立（相对于面向模型，称为面向图样）。

4. 绘图输出（plot）

用数字化的绘图设备产生的图形，并表示在绘图介质上。

5. 关联文件（reference file）

一种 CAD 文件，它可以把信息链接到另一文件一起显示和输出，相对于后者，它可以独立地存贮和修改。

注：一个典型应用是，CAD 图样文件以 CAD 模型为关联文件，在每一个图样中，模型的视图都是有关联的，所以可自动更改。

6. 通配符（wildcarding）

在一个字符串比较中，用一专用字符来匹配其他字符或一组字符。

24.3.3　一般原则

当数据在不同的 CAD 系统、公司和国家之间互相传输时，其数据结构必须清晰明确，以保证定义数据各部分的可靠性；能从中选取以适应不同专题的需要和数据管理。

图层化是通常用来建立 CAD 数据结构的一种技术，每个图形元素或元素的集合在一个 CAD 模型中标识为一个图层，图层要给出唯一的命名，它可以是简单的数字或相对较长的一组助记用的代码，并且用来作为可选择的显示观察和绘图输出。

一种更高级的引申，是允许在一个 CAD 模型下，其信息可分割到不同的文件中，除了应用图层外，也可以把它们组合，即应用关联文件技术。

基于分布式数据库、面向对象编辑、产品建模数据分类技术，在未来将逐渐被采用，对于上述这些技术，要采用同样的组织信息的基本原则。

24.3.4　基本原则

1. 组织图层的约定

组织图层的原则应基于对信息结构逻辑上的清晰划分（概念上的图层），划分的方法是根据在具体的 CAD 实现中信息的编码方式（内部的图层），这是数据库设计的基本原则。问题的焦点在于如何建立清晰的结构，以满足用户对系统功能的需求，本标准的结构不再采用某些现有的图层组织技术（如有些 CAD 系统中图层数量作限定和对图层名长度作限定）。

2. 层名格式的约定

第二项基本原则是基于混合组合应用众多的互相独立的信息分类方法，即分类合并。为了实现这种原则，把不同分类法所获得的层代码置于图层名的不同部位。这种方法的好处是根据用户的不同需求，在 CAD 文件中易于划分信息。

3. 编码的约定

第三项基本原则是尽可能采用现有的国际或国家的分类方法。本标准不包括这些分类的任何保留码表。

24.4 CAD 工程制图规则

24.4.1 概述

本节内容取自国家标准 GB/T 18229—2000，该标准是根据我国计算机辅助设计与制图发展的需要，结合国内已有的机械 CAD、电气 CAD、建筑 CAD 等领域的情况以及有关技术制图国家标准 ISO/TC 10 技术产品文件标准化技术委员会中的有关资料编写而成的。

该标准规定了用计算机绘制工程图的基本原则，适用于机械、电气、建筑等领域的工程制图以及相关文件。

24.4.2 CAD 工程制图的基本设置要求

1. 图纸幅面与格式

用计算机绘制工程图时，其图纸幅面和格式按照 GB/T 14689 的有关规定。具体内容请参阅本手册第 1 章。

2. 比例

用计算机绘制工程图样时的比例大小应按照 GB/T 14690 中规定。具体内容请参阅本手册第 1 章。

3. 字体

CAD 工程图中所用的字体应按 GB/T 13362.4～13362.5 和 GB/T 14691 要求，并应做到字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

CAD 工程图上采用字体的大小按如下规定：对于 A0～A4 的图纸幅面，字母和数字的字高为 3.5，汉字的字高为 5。

4. 图线

CAD 工程图中所用的图线，应遵照 GB/T 17450 中的有关规定。

关于基本图线在屏幕上的显示颜色的规定见表 24-2。

表 24-2　屏幕的图线颜色

图　线	颜　色	图　线	颜　色
粗实线	白色	细点画线	红色
细实线、波浪线、双折线	绿色	粗点画线	棕色
虚线	黄色	双点画线	粉红色

24.4.3 投影法

1. 正投影法

CAD 工程中表示一个物体可有六个基本投影方向，相应的六个基本投影面分别垂直于六个基本投影方向，物体在基本投影面上的投影称为基本视图。相关内容可参见本手册第 2 章。

（1） 第一角画法

将物体置于第一分角内，即物体处于观察者与投影面之间进行投影，然后按规定展开投影面。具体内容可参见本手册第 2 章。

（2） 第三角画法

将物体置于第三分角内，即投影面处于观察者与物体之间进行投影，然后按规定展开投影面。具体内容可参见本手册第 2 章。

2. 轴测投影

轴测投影是将物体连同其参考直角坐标系，沿不平行于任一坐标面的方向，用平行投影法将其投射在单一投影面上所得的具有立体感的图形。具体内容可参见本手册第 19 章。

3. 透视投影

透视投影是用中心投影法将物体投射在单一投影面上所得到的具有立体感的图形。根据画面对物体的长、宽、高三组主方向棱线的相对关系（平行、垂直或倾斜），透视图分为一点透视、二点透视和三点透视，可根据不同的透视效果分别选用。

24. 4. 4　CAD 工程图的基本画法

在 CAD 工程制图中应遵守 GB/T 17451 和 GB/T 17452 中的有关要求。

1. CAD 工程图中视图的选择

表示物体信息量最多的那个视图应作为主视图，通常是物体的工作位置或加工位置或安装位置。当需要其他视图时，应按下述基本原则选取：

（1） 在明确表示物体的前提下，使数量为最小。

（2） 尽量避免使用虚线表达物体的轮廓及棱线。

（3） 避免不必要的细节重复。

2. 视图

在 CAD 工程图中通常有基本视图、向视图、局部视图和斜视图。

3. 剖视图

在 CAD 工程图中，应采用单一剖切面、几个平行的剖切面和几个相交的剖切面剖切物体得到全剖视图、半剖视图和局部剖视图。

4. 断面图

在 CAD 工程图中，应采用移出断面图和复合断面图的方式进行表达。

5. 图样简化

必要时，在不引起误解的前提下，可以采用图样简化的方式进行表示，见 GB/T 16675. 1 的有关规定。具体内容可参见本手册第 2 章。

24. 4. 5　CAD 工程图的管理

1. CAD 工程图的图层管理

CAD 工程图上的图层编号与该层上的内容的规定见表 24-3。

表 24-3　图 层 管 理

图　　层	线　　型
01 层	粗实线
02 层	细实线、细波浪线、细折断线
03 层	粗虚线
04 层	细虚线
05 层	细点画线、剖切面的剖切线
06 层	粗点画线
07 层	细双点画线
08 层	尺寸线
09 层	参考圆,包括引出线和终端(如箭头)
10 层	剖面符号
11 层	文本,细实线
12 层	尺寸值和公差
13 层	文本,粗实线
14、15、16 层	用户选用

2. CAD 工程图及文件管理应遵照相关标准的规定

第 25 章　CAD 文件管理

25.1　CAD 文件管理——总则

25.1.1　概述

本节介绍的内容选自国家标准 GB/T 17825.1—1999，该标准是根据我国计算机辅助设计（CAD）向前发展和光盘存储的需要，对 CAD 过程中所形成的有关文件进行有序管理而编制的。在技术内容上，以我国 CAD 文件形成过程中的有关制度和国际上的相应要求，以及某些主管部门的有关规定作为参考而确定的。

本节介绍了计算机辅助设计（以下简称 CAD）过程中文件管理的总体规则。包括：术语、CAD 文件的概念与分类、CAD 文件的编制准则、CAD 文件的基本结构、CAD 文件的归档、CAD 文件的版权与保护等。

该标准适用于计算机辅助设计过程中的 CAD 文件管理，也适用于计算机辅助设计与常规设计联用时的文件管理。也可作为各行业或企业编制本行业或本企业 CAD 文件管理规则时的参考。

25.1.2　定义

1. CAD 图（drawing of CAD）

在 CAD 过程中所产生的图。指用计算机以点、线、符号和数字等描绘事物几何特征、形态、位置及大小的形式，包括与产品或工程设计相关的各类图样和简图等。

2. CAD 文件（CAD document）

在 CAD 过程中形成的所有文件。是指实现产品或项目所必需的全部设计文件和 CAD 图等。

3. CAD 文件管理（management of CAD documents）

在 CAD 过程中，对所形成的 CAD 文件进行科学、有序的管理。

4. 媒体介质（media medium）

用于计算机中磁盘文件信息的传播，也可用于存储的一种物质，如：软（磁）盘、磁带等。

5. 存储介质（memory medium）

用于计算机中文件等信息的存储，也可用于传播的一种物质，如：硬盘、光盘等。

6. 基本格式（basic format）

在 CAD 过程中，对需表达产品或工程项目内容的 CAD 文件的基本形式及相关要求。如：图纸幅面与格式、标题栏、明细栏、汇总表等。

7. 编号原则（numbering principles）

在 CAD 过程中，对所形成的 CAD 文件进行编号的基本准则。一般包括分类编号和隶属编号的准则。

8. 编制规则（compiling rules）

在 CAD 过程中，对所形成的 CAD 文件（包括制图规则，比例、投影法、字体等）的编制提出的有关规定。

9. 基本程序（basic procedure）

在 CAD 过程中，对 CAD 文件形成过程提供的基本路线。

10. 更改规则（changing rules）

对 CAD 文件原有内容进行改变时，所应遵守的有关规定。

11. 签署规则（signature rules）

在 CAD 过程中，对所形成的 CAD 文件，在签署过程中应遵守的有关规定。

12. 标准化审查（standardization examination）

在 CAD 过程中，对所形成的 CAD 文件是否正确有效地实施各级、各类相关标准的检查方法和基本要求。

13. 完整性（integrity）

在 CAD 过程中，对所实现产品或工程项目所必须具备的 CAD 文件及其成套性等方面提出有关要求。

14. 存储与维护（memory and maintenance）

在 CAD 过程中，对所形成的 CAD 文件内容进行存放、提取、保管、使用等提出有关要求。

25.1.3　CAD 文件概念和分类

该标准中所指的 CAD 文件，是由设计部门采用计算机辅助设计技术编制的，用以规定产品或工程设计的组成、形式、结构尺寸、原理、技术性能以及在制造、施工、安装、调试，验收、使用、维修、储存和运输时必要信息的有关技术文件。也是生产和使用产品以及工程施工的基本依据。

1. 按记录信息的媒体介质划分

（1）CAD 电子文件

1）软（磁）盘 CAD 文件。

2）磁带 CAD 文件。

3）光盘 CAD 文件。

4）磁盘（硬盘）CAD 文件。

（2）纸质 CAD 文件

1）白图纸 CAD 文件。

2）硫酸纸 CAD 文件。

3）蓝图纸 CAD 文件。

2. 按 CAD 文件表达信息的形式划分

1）图样 CAD 文件。

2）简图 CAD 文件。

3）文字 CAD 文件。

4）表格 CAD 文件。

3. 按文件的形成过程划分

1）初始 CAD 文件。

2）基准 CAD 文件。

3）临时 CAD 文件。

4）工作 CAD 文件。

25.1.4　CAD 文件的编制规则

CAD 文件中的有关规定，是 CAD 系统中软、硬件在开发与应用上的主要基础与依据。因此，编制 CAD 文件应遵守以下规则。

（1）CAD 文件的编制应根据产品或工程的复杂程度、继承性、生产批量和组织生产的方式等情况，在满足组织生产和使用产品要求的前提下，力求实用和少而精。

（2）CAD 文件在编制过程中应贯彻现行标准和有关规定。

1）CAD 文件的基本格式、编号原则和编制规则，应按照 GB/T 17825.2 ~ 17825.4 的有关规定。

2）CAD 文件的基本程序、更改规则、签署规则、标准化审查，应按照 GB/T 17825.5 ~17825.8 的有关规定。

（3）产品或工程项目等的成套设计文件允许采用 CAD 和常规设计联合编制，其成套性、完整性应符合 GB/T 17825.9 的有关规定。

（4）采用 CAD 和常规设计联合编制同一套图及有关设计文件时，其编制方法和使用的符号、代号等应当一致。

25.1.5　CAD 文件的基本结构

各类 CAD 文件的构成如图 25-1 所示。

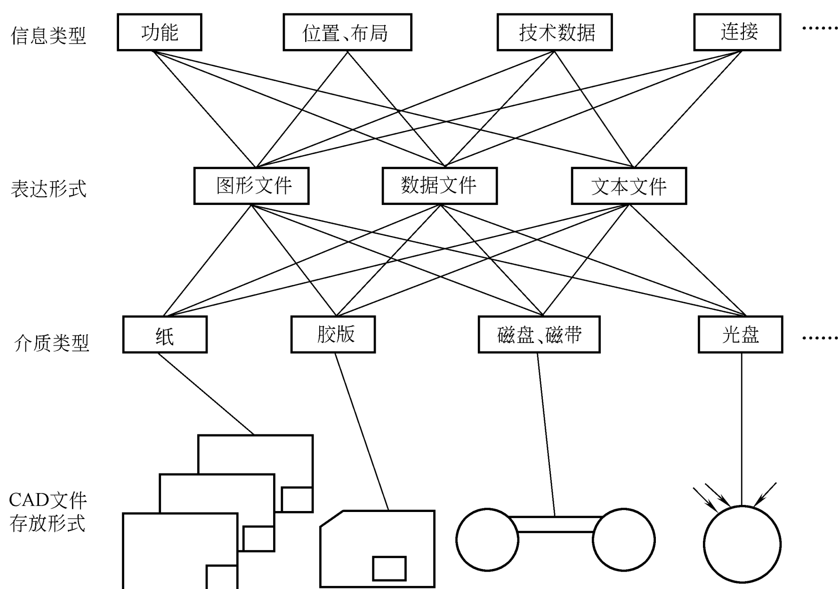


图　25-1

25.1.6　CAD 文件的归档

CAD 文件的归档应遵守 GB/T 17678.1 ~ 17678.2 和其他有关规定。

25.1.7　CAD 文件的版权与保护

1. CAD 文件的版权

计算机辅助设计过程中 CAD 文件的版权应归开发单位，或由有协议、合同等规定的版权单位所有，其他任何单位或个人不得私自复制、篡改、销毁等。

2. CAD 文件的保护

计算机辅助设计过程中的 CAD 文件，应按有关规程和要求进行操作，防止出现计算机病毒的传播、文件丢失、损坏等现象。

各行业或企业除遵守本规定外，也可根据各自的情况，制定有关 CAD 文件的版权与保护方面的补充规定或要求。

25.2　CAD 文件管理——基本格式

25.2.1　概述

本节介绍的内容选自国家标准 GB/T 17825.2—1999，该标准规定了采用计算机辅助设计（以下简称 CAD）技术所编制产品或工程设计的图与有关设计文件的基本格式。

该标准适用于 CAD 过程中所形成的 CAD 文件，常规设计中所形成的图样和设计文件也可参照使用。

25.2.2　CAD 图的基本格式

用计算机绘制 CAD 图时，应配置相应的图纸幅面、标题栏、代号栏和附加栏。装配图或安装图上一般还应配有明细栏。

1. 图纸幅面

（1）用计算机绘制图样时，其图框的形式尺寸要符合 GB/T 14689 的有关规定。

（2）用计算机绘制的图框中可按需要分别配置对中符号、方向符号、剪切符号以及图幅分区和米制参考分度，其形式尺寸与格式要符合 GB/T 14689 的有关规定。

（3）图纸幅面的基本格式见本手册第 1 章。

2. 标题栏

（1）每张 CAD 图的右下角必须设有标题栏。

（2）标题栏在 CAD 图中的方位应符合 GB/T 14689 的有关规定。

（3）CAD 图中标题栏的格式，如名称及代号区、标记区、更改区、签字区等的形式与尺寸应按 GB/T 10609.1 的有关规定绘制，格式中的内容可视需要适当调整。

（4）标题栏的推荐格式见有关规定。

3. 明细栏

（1）CAD 的装配图或工程设计施工图中明细栏的格式应符合 GB/T 10609.2 的有关要求，其格式中的内容可视需要做适当调整。

（2）明细栏一般配置在 CAD 的装配图或工程设计施工图中标题栏的上方，其配置方法应符合 GB/T 10609.2 的有关规定。

（3）CAD 的装配图或工程设计施工图中明细栏的形式与尺寸应按照 GB/T 10609.2 的有关规定进行绘制。

（4）明细栏的推荐格式见有关规定。

4. 代号栏

（1）代号栏应设置在图样的左上角。

（2）代号栏中的图样代号及存储代号应与标题栏中的图样代号和存储代号相一致。

（3）代号栏中的文字应与 CAD 图中标题栏中的文字成 180°。

5. 附加栏

（1）附加栏应配置在图框外，裁剪线内。

（2）附加栏通常由“借（通）用件登记”、“旧底图总号”、“底图总号”、“签字”、“日期”等项目组成。

6. 存储代号

（1）存储代号应按 GB/T 17825.10 的有关规定进行编制。

（2）存储代号在 CAD 图标题栏中应配置在名称及代号区中代号的下方。

（3）存储代号在 CAD 产品装配图或工程设计施工图等的明细栏中应配置在代号栏中代号的后面或下面。

25.2.3　CAD 设计文件格式

CAD 文件中的文件目录、图样目录、汇总表、明细表以及设计文件的封面、首页、续页等的格式与书写，应遵循有关标准的要求。

25.3　CAD 文件管理——编号原则

25.3.1　概述

本节介绍的内容选自国家标准 GB/T 17825.3—1999，该标准规定了计算机辅助设计（以下简称 CAD）文件编号的总体原则、基本要求、分类编号和隶属编号。

该标准适用于 CAD 文件的编号管理。各行业或企业可参照该标准的要求制定其细则。

25.3.2　总体原则

1. CAD 文件在进行编号时，一般可以采用下列字符：

（1）0～9 阿拉伯数字。

（2）A～Z 拉丁字母（O、I 除外）。

（3）－短横线。

（4）·圆点。

（5）/除号。

2. CAD 文件在进行编号时应该考虑以下原则：

（1）科学性。

（2）系统性。

（3）唯一性。

（4）可延性。

（5）规范性。

25.3.3　基本要求

（1）每一个 CAD 图或设计文件均应单独编号。

（2）采用表格图时，表中每种规格都应单独编号。

（3）同一 CAD 文件使用两种以上的存储介质时，各种存储介质中同一内容的 CAD 文件都应标注同一代号。

（4）CAD 图及设计文件一般可采用分类编号或隶属编号，也可按各行业有关标准或要求编号。

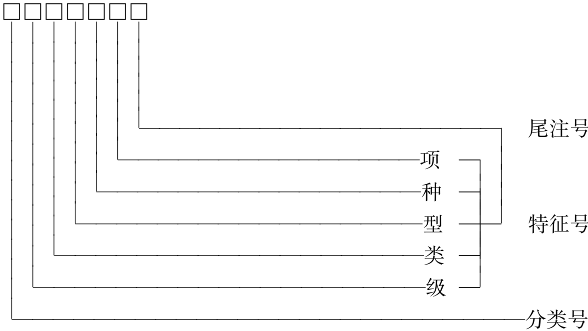
25.3.4　分类编号

（1）CAD 文件的分类编号，按对象（产品、零部件、工程项目）、功能、形状等的相似性，采用十进位分类法进行编号。

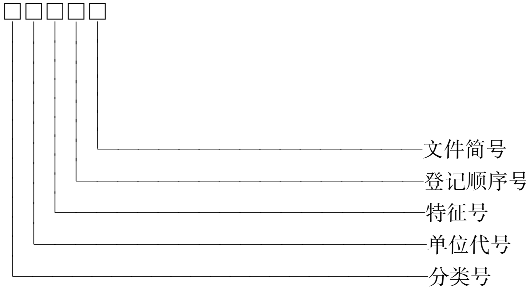
（2）分类编号，其代号的基本部分由分类号和特征号两部分组成，中间以圆点或短横线分开，圆点在下方，短横线在中间。必要时，可以在首部加识别号，在尾部加尾注号。

（3）十进位分类编号法是将需要编号的 CAD 文件等按其特征、结构或用途分为十级（0～9），每级分十类（0～9），并根据需要按级、类、型、种、项五位数串组成特征号，见示例 1、示例 2。

示例 1



示例 2



25.3.5　隶属编号

CAD 文件的隶属编号，即按产品项目或工程项目的隶属关系编号，隶属编号分全隶属编号和部分隶属编号两种形式。

1. 全隶属编号

（1）全隶属编号，其代号由产品代号或工程代号和隶属号组成，中间可用圆点或短横线隔开，必要时可加尾注号，见示例 3、示例 4、示例 5。

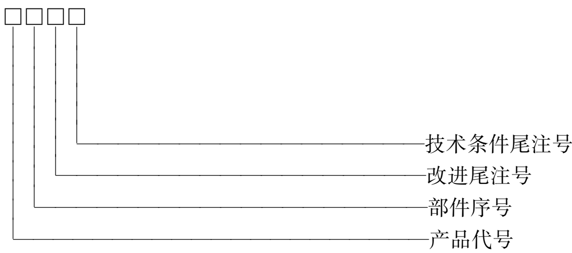
（2）产品或工程代号一般由拉丁字母和数字组成。

（3）隶属号由数字组成，其级数与位数应按产品结构或工程项目的复杂程度而定。

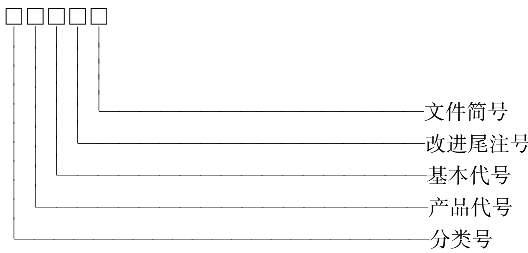
（4）产品或工程项目改进和设计文件种类用字母组成的尾注号表示。如改进尾注号或

设计文件尾注号同时出现时，两者所用字母应当区别，改进尾注号在前，设计尾注号在后，并在两者之间空一字间隔（或加一短横线）。

示例 3



示例 4



示例 5

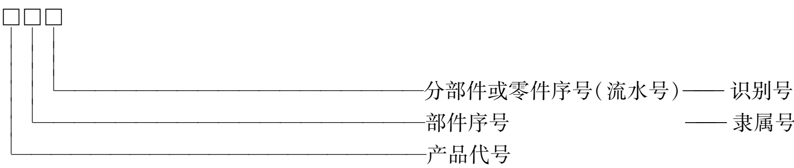


2. 部分隶属编号

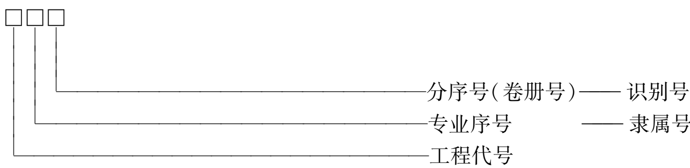
部分隶属编号，其代号由产品或工程代号、隶属号和识别号组成，其隶属号按部件序号或专业序号编到哪一级，由企业自行规定。识别号由流水号或卷、册号组成，见示例 6、示例 7。

编流水号时，可在首部或尾部以带“0”或不带“0”区别零件与部件。

示例 6



示例 7



25.4 CAD 文件管理——编制规则

25.4.1 概述

本节介绍的内容选自国家标准 GB/T 17825.4—1999，该标准规定了计算机辅助设计（以下简称 CAD）技术编制设计文件的一般要求，其中包括 CAD 图的绘制以及文字文件的编制和表格文件的编制。

该标准适用于 CAD 文件的编制。

25.4.2 一般要求

（1）编制 CAD 文件时，应正确地反映该产品或工程项目的有关要求。

（2）编制 CAD 文件时，应正确地贯彻有关标准的规定。

（3）CAD 文件中的计量单位，应符合 GB 3100 的有关规定。

（4）提供 CAD 设计文件使用的各种工程数据库、图形符号库、标准件库等应符合现行标准的相关规定。

（5）同一代号的 CAD 文件上的字型与字体应协调一致。

（6）必要时，允许 CAD 文件与常规设计的图样和设计文件同时存在。

25.4.3 CAD 图的绘制

1. 比例

（1）CAD 图中所采用的比例应按 GB/T 14690 的有关规定。

（2）CAD 图中所采用比例的标注方法应按照 GB/T 14690 中的有关规定。

2. 字体

（1）CAD 图中的字体应做到字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀，并要求采用长仿宋矢量字体。

（2）在 CAD 图中输出字体时应符合 GB/T 14665 的有关规定。

3. 投影

（1）CAD 图应采用第一角投影法配置视图。

（2）按照第一角投影法绘制 CAD 图时，应符合 GB/T 14692 的有关规定。

4. 箭头

（1）CAD 图中箭头（尺寸线的终端形式）的选用、标注和绘制，应符合 GB/T 14665 的有关规定。

（2）CAD 设计文件中所使用的箭头形式应执行各行业的有关标准和规定。

5. 图线

（1）CAD 图中所使用的图线应执行各行业的有关标准和规定。

（2）CAD 图中图线的组别、图线的结构、重合图线的优先顺序、非连续线的画法和图线的颜色，应符合 GB/T 14665 中的有关规定。

6. 剖面符号

（1）CAD 图中所使用的剖面符号应执行各行业的有关标准和规定。

（2）CAD 图中剖面符号的画法应执行各行业的有关标准和规定。

7. 图样画法

（1）在绘制 CAD 图时，首先应考虑看图方便，根据产品结构特点选用适当的表达方法。在完整清晰地表达产品各部分形状尺寸的前提下力求制图简便。

（2）CAD 图的视图、剖视、断面（截面）局部放大图以及简化画法，应按照有关标准的规定配制与绘制。

8. 尺寸注法

（1）在 CAD 图中尺寸大小应以图上所注的尺寸数值为依据，与图形大小及绘图的准确程度无关。

（2）CAD 图中（包括技术要求和其他说明）的尺寸，以毫米（mm）为单位时，不需要标注计量单位的代号或名称。

（3）CAD 图中所标注的尺寸，为该图所示产品的最后完工尺寸或为工程设计某阶段完成后的尺寸，否则应另加说明。

（4）CAD 图中每一尺寸一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

（5）CAD 图中的尺寸数字、尺寸线和尺寸界线应按照各行业的有关标准规定绘制。

（6）CAD 图中标注尺寸的符号如 ϕ、R、S 等应按照有关标准或规定绘制。

（7）CAD 图中尺寸的简化注法应按各行业的有关标准或规定绘制。

9. 图形符号

CAD 图中图形符号的绘制、标注等表示，应遵守有关标准或规定的要求。

10. 技术要求的书写

（1）CAD 图中当不能用视图充分表达清楚时，应在“技术要求”标题下用文字进行说明，其位置尽量置于标题栏上方或左方。

（2）CAD 图中“技术要求”的条文，应编顺序号，仅一条时，可不写顺序号。

（3）CAD 图中的“技术要求”的内容，应符合有关标准的要求。

（4）CAD 图中“技术要求”中的字体，应根据图幅大小按如下规定选用：

A0 图幅——汉字 7mm，字母与数字 5mm；

A1 图幅——汉字 7mm，字母与数字 5mm；

A2 图幅——汉字 5mm，字母与数字 3.5mm；

A3 图幅——汉字 5mm，字母与数字 3.5mm；

A4 图幅——汉字 5mm，字母与数字 3.5mm。

25.4.4 文字文件的编制

（1）文字文件如技术条件、技术说明、使用说明等的编制应符合有关标准和规定的要求。

（2）文字文件中章、条的编号方法、排列格式应符合有关规定。

（3）文字文件一般采用五号宋体，各行之间的距离不得小于 2mm。

25.4.5 表格文件的编制

（1）表格文件的编制要求、填写顺序以及填写方法，应符合有关标准的要求。

（2）各种表格（指明细表、汇总表等）的框格线一般采用实线绘制。

（3）表格中的文字及代号、符号一般采用五号宋体。

（4）设计文件的内容需要采用分数填写时，其分数线应用“/”表示。

（5）明细表及汇总表中标准件、外购件的填写方法及顺序应符合有关规定。

25.5 CAD 文件管理——基本程序

25.5.1 概述

本节介绍的内容选自国家标准 GB/T 17825.5—1999，该标准规定了用计算机进行辅助设计时，CAD 文件形成的基本阶段、CAD 图与设计文件形成的基本过程和 CAD 软件开发的基本过程。

该标准适用于 CAD 过程的基本程序要求。

25.5.2 形成 CAD 文件的基本阶段

CAD 文件形成的基本阶段，见图 25-2。

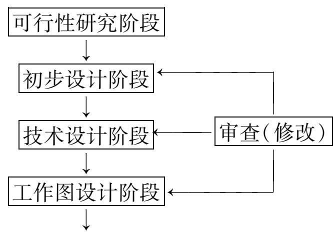


图 25-2

25.5.3 CAD 图与设计文件形成的基本过程

CAD 图与设计文件按图 25-2 中所示的各阶段形成了 CAD 文件的基本过程，在这一过程中应通过 CAD 设计、计算及必要的试验来完成全部设计的工作，一般的基本过程见图 25-3。

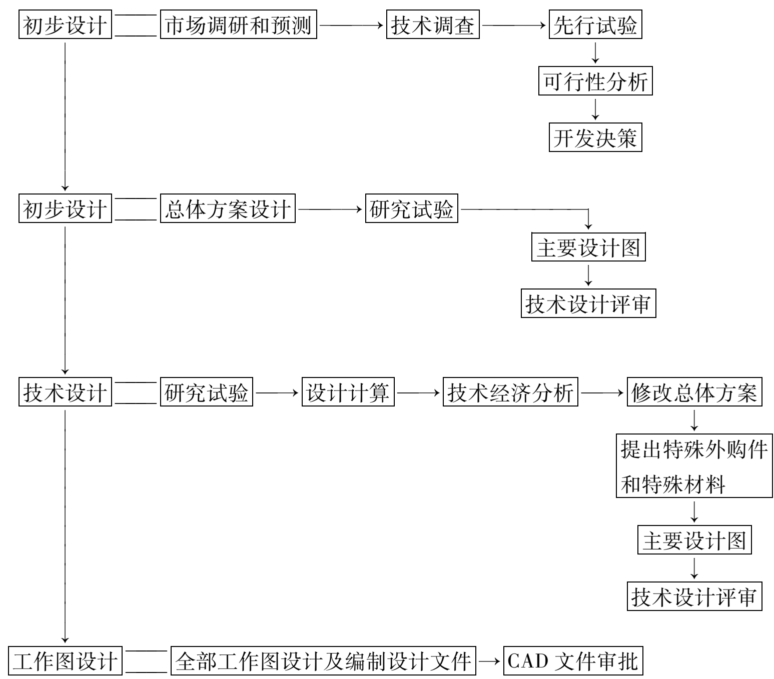


图 25-3

注：不同生产类型产品的 CAD 基本过程应有差异。

25.5.4 CAD 软件开发的基本过程

CAD 软件开发的基本过程，见 GB/T 8566 中的有关规定。

25.6　CAD 文件管理——更改规则

25.6.1　概述

本节介绍的内容选自国家标准 GB/T 17825.6—1999，该标准规定了归档以前计算机辅助设计（以下简称 CAD）文件的更改原则、更改方法、更改程序、更改通知单的填写及更改后的文件名管理。

该标准适用于经过签字或批准以后 CAD 文件的更改管理。

25.6.2　CAD 文件的更改原则

（1）CAD 文件需要更改时，应由负责该项目的设计人员填写更改通知单，并经有关部门按技术责任制规定签署和有关领导审批后，才能对 CAD 文件进行更改。

（2）CAD 文件的更改通知单应按有关规定进行设置。

（3）CAD 文件更改时，与其相关的设计文件应同时发出更改通知单进行相应的更改。

（4）经更改后的同一代号而不同媒体介质的 CAD 文件应保持完整、正确、协调、统一。

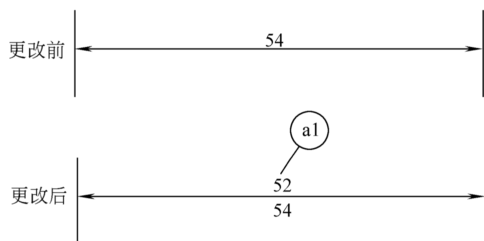


图　25-4

25.6.3　CAD 文件的更改方法

1. 带更改标记的更改方法

（1）在 CAD 文件上删去被更改的部分，输入新内容，靠近更改部位画圆，圆内填写相应的更改标记，自该圆用细实线印至更改部位。

（2）增加新层（一般用第 15 层），命名为更改层，存放已被更改的部分。关闭此层，则该层内容既不显示，也不被绘制出来。

（3）带更改标记的删改示例见图 25-4。

必要时，也可以采用划改的方法，见图 25-5。

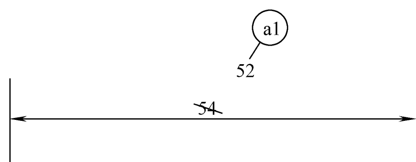


图　25-5

2. 不带更改标记的更改方法

（1）在 CAD 文件上，删去被更改的部分，在相应的位置上输入新内容。

（2）在更改层相应的部位输入带指引线（即细实线）的圆及被删去的部分，圆内填写更改标记，关闭此层，该层的内容既不显示，也不被绘制出来。

（3）不带更改标记的删改示例见图 25-6。

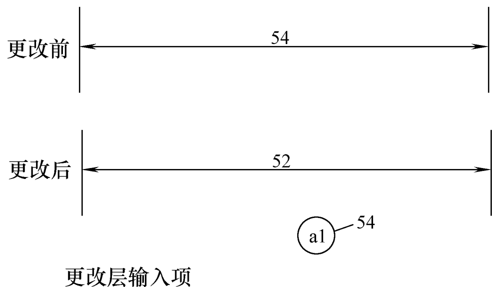


图　25-6

3. 文字说明的更改

根据更改的复杂程度和具体情况，在对 CAD 文件进行更改时，在更改的相关部位也可采用文字说明的办法进行更改。

25.6.4 CAD 文件的更改程序

（1）CAD 文件的更改，应依据经过审批的更改通知单进行。

（2）CAD 操作人员按更改通知单的更改要求更改 CAD 文件，经更改通知单的编制人员复核后，在 CAD 文件更改记录栏分别填入“更改标记”、“数量”、“签名”和“日期”各栏。

（3）CAD 操作人员在更改 CAD 文件后，应在有关 CAD 文件中的其他相应更改栏中及时填写更改信息。

（4）CAD 操作人员用更改后的 CAD 文件，打印或复制出生产文件，供有关部门使用。

25.6.5 更改通知单的填写

（1）更改通知单的推荐格式见标准 GB/T 17825.6—1999。

（2）被更改设计文件的存储代号、更改通知单号及更改通知单的存储代号应填写在 CAD 更改通知单的规定位置上。

（3）更改通知单的其他填写事项应按有关标准或规定执行。

25.6.6 CAD 文件更改后的文件名管理

经过更改后的 CAD 文件，其文件名称可根据需要在后面增加“更改 1”、“更改 2”、“更改 XX”。其中“更改 1”为第一次更改；“更改 2”为第二次更改；“更改 XX”为第 XX 次更改，以示区别。

25.7 CAD 文件管理——签署规则

25.7.1 概述

本节介绍的内容选自国家标准 GB/T 17825.7—1999，该标准规定了计算机辅助设计（以下简称 CAD）过程中 CAD 文件签署的一般要求、技术责任、签署方法、签署单及填写和签署的完整性要求。

该标准适用于 CAD 文件的签署。

25.7.2 签署的一般要求

（1）CAD 文件的签署必须完整。

（2）签署应采取分级负责的原则，签署者应承担签署的技术责任。

（3）签署时，一般一人只能签署一项，而且应字迹清晰。

（4）签署者的姓名不允许省略，日期应完整签署年、月、日。

（5）各种媒体的 CAD 文件的签署应一致。

（6）同一代号的 CAD 文件由多页组成时，在不影响使用的情况下可以只在第一页上签署。

25.7.3 签署人员的技术责任

1. 设计（编制）人员的责任

（1）CAD 的产品性能指标、工作原理或工程设计各项指标均应达到设计任务书要求，并应贯彻各级现行标准。各种数据、尺寸应准确无误。

（2）在满足 CAD 要求的前提下，产品的使用、维护、操作等应方便、可靠。

（3）在进行 CAD 过程中，应尽量采用标准件、通用件。

（4）在进行 CAD 过程中，应考虑到加工、装配、施工、安装、调试、维修的简单方便性。

（5）CAD 的技术产品或工程项目，应具有一定的寿命和安全可靠性。

（6）CAD 技术产品的材料、零部件、元器件、冷热加工与装配等或工程项目的建设，在满足使用要求的前提下要考虑降低成本。

（7）相关的 CAD 文件应完整、成套，应能满足加工、装配、施工、安装、调试和使用等方面的需求。

2. 设计审核人员的责任

（1）CAD 设计方案选择是否合理，能否满足设计要求。

（2）CAD 设计文件内容的正确性。

（3）设计人员不在时，应承担设计的技术责任。

3. 工艺审查人员的责任

审查设计文件的工艺性，加工的可能性，实现的经济性。

4. 标准化审查的责任

标准化审查的责任应符合 GB/T 17825. 8 的规定。

5. 批准的责任

（1）产品的总体结构、主要性能应达到设计任务书或技术协议书的要求。

（2）保证 CAD 文件的质量及其完整性。

（3）在批准的过程中应贯彻现行标准和有关法规文件。

25. 7. 4　签署的方法

（1）CAD 文件一般应按照标题栏中的要求进行签署。

（2）纸质 CAD 文件可按照有关规定和要求进行手工形式的签署。

（3）CAD 电子文件应在确保密级或安全情况下，一般采用光笔或数字化仪进行签署。在没有光笔或数字化仪的情况下，应在签署单的签名栏中设置口令进行授权签署。

（4）设计者根据签署完整、修改后的原图更改 CAD 文件、编制设计文件底图。底图经各级签署或由设计者（或 CAD 操作人员）按原图将签署者的姓名直接录入，并经确认后按规定归档。

25. 7. 5　签署单及填写

（1）CAD 文件的签署单应以同一代号的设计文件为单位，每份 CAD 文件附一份相应的签署单。

（2）签署单是相应 CAD 设计文件签署的凭证，应同基准 CAD 文件一起保存。

（3）签署单所含项目内容格式见图 25-7。

（4）签署单中项目填写要求如下：

——存储代号栏：按照有关规定和要求，填写软盘的代号。

——名称栏：填写该软盘中相应 CAD 文件的名称。

——代号栏：填写相关 CAD 文件名称相对应的代号。

——签名日期栏：按有关规定和要求填写签署人的姓名和签署日期。

（5）签署单中的内容可根据需要增加或减少。

（6）签署单的尺寸一般为 110mm × 80mm。

签 署 单

存储代号		文件名称		文件代号	
CAD	（签名、日期）		工艺审查	（签名、日期）	
设计审核	（签名、日期）		标审	（签名、日期）	
			批准	（签名、日期）	

图 25-7

注：1. 格式中括号内文字表示填写内容。

2. 软盘也可为其他存储介质。

（7）签署的完整性要求。

CAD 文件签署的完整性应遵照各行业或企业的有关规定和要求。

25.8 CAD 文件管理——标准化审查

25.8.1 概述

本节介绍的内容选自国家标准 GB/T 17825.8—1999，该标准规定了对计算机辅助设计（以下简称 CAD）中所涉及到的图和文件进行标准化审查的一般要求、范围和内容、程序和办法以及职责和权限。

该标准适用于 CAD 文件的标准化审查管理。

25.8.2 标准化审查的一般要求

1. 在进行 CAD 的初步设计、技术设计、工作图设计的各阶段中，应进行 CAD 图及设计文件的标准化审查。

2. 标准化审查是检查与核对 CAD 图及设计文件是否正确有效地贯彻现行标准的重要手段。

经标准化审查的 CAD 文件应达到：

（1）用 CAD 技术所设计的产品或工程项目等要符合现行标准的有关规定。

（2）CAD 所用的各种工程数据库、图形符号库、标准件库等所有软件，应通过有关机构或本单位标准化部门的标准化审查。

（3）优先采用定型的设计方案和结构方案，并最大限度地采用标准设计库、通用件库、借用件库和工程图库、工程数据库，以提高设计的继承性和标准化程度。

（4）合理采用有关 CAD 专家系统，如优先数系、结构要素等基础标准库和原材料标准库的选用。

（5）CAD 图及设计文件应符合有关标准规定，达到正确、完整、清晰、统一。

3. 标准化审查是在设计、审核人员自觉执行各类标准的前提下进行的，标准化审查的依据是现行标准及有关技术法规。

25.8.3 标准化审查的范围和内容

1. 标准化审查的范围

凡是用 CAD 进行的项目设计和整顿与改进项目中的 CAD 图和设计文件等都必须进行标

准化审查。

2. 标准化审查的内容（见表25-1）

表25-1　标准化审查的内容

CAD文件形成的基本过程	审查的主要内容	CAD文件形成的基本过程	审查的主要内容
可行性研究	市场调研和预测报告 技术调查报告 先行试验报告 可行性分析报告 等	技术设计	研究试验报告 设计计算书 技术经济分析 修改后的总体方案 主要设计图 等
初步设计	总体方案及技术任务书或技术建议书 研究试验报告 绘制的总图 等	工作图设计	全部设计图 全部设计文件 等

注：各行业或企业可根据自己的情况确定审查的内容。

25.8.4　标准化审查的程序和办法

1. 标准化审查的程序

（1）CAD图及设计文件绘制完毕，并经设计、审核、工艺签署后，应送交标准化审查。

（2）标准化审查应在原图上进行，并填写“标准化审查记录单”，然后将CAD图及设计文件返回设计部门。

（3）CAD人员根据“标准化审查记录单”进行修改后，送标准化审查人员复审并签字。

2. 标准化审查办法

标准化审查人员在审查过程中，一般在需要修改的部分打上标记或指明部位，并将审查意见简要地填写在“标准化审查记录单”上。

25.8.5　标准化审查人员的职责和权限

1. 标准化审查人员的职责

标准化审查人员必须按照现行标准对CAD图及设计文件进行标准化审查，对设计人员是否正确贯彻标准，标准化审查人员负有严格监督、提出意见、要求修改的责任。

2. 标准化审查人员的权限

（1）在下列情况下，标准化审查人员有权拒绝审查。

——使用的软件、数据库等未经标准化审查。

——产品或工程的CAD图及设计文件不成套。

——责任签署不完整。

——编制粗糙，字体不规范，被审查的CAD图及设计文件不整齐清楚。

（2）有权要求CAD人员对审查时发现的问题给予说明或作必要的修改补充。

（3）对违反有关标准规定而又坚持不修改的CAD图和设计文件，标准化审查人员有权拒绝签字。

25.8.6　其他

（1）标准化审查人员与CAD人员意见发生分歧时，由主管领导组织双方协商解决，如

仍不能解决，则提请企业（单位）技术负责人做出决定。

（2）对 CAD 图及设计文件标准化审查的全部记录是评价设计质量的依据之一。

25.9 CAD 文件管理——完整性

25.9.1 概述

本节介绍的内容选自国家标准 GB/T 17825.9—1999，该标准规定了计算机辅助设计（以下简称 CAD）过程中，CAD 图及设计文件的完整成套性要求及其主要内容。各行业或企业也可根据各自的情况进行规定。

该标准适用于 CAD 全过程中对 CAD 文件完整性的要求。

25.9.2 一般要求

（1）产品或工程项目采用计算机进行设计以及试制鉴定和生产或施工的各阶段，应具有相应要求的 CAD 文件。

（2）CAD 文件的完整性应按各行业的要求成技术合同进行设计编写，不可缺少，并应符合国家及各行业的有关标准规定。

（3）CAD 文件的完整性，应作为标准化审查和其他有关检查、验收的依据。

25.9.3 CAD 文件的范围

CAD 文件在产品的整个研制、开发过程中应包括可行性研究阶段、CAD 设计阶段所形成的全部 CAD 图和设计文件，对某些行业也包括试制阶段中形成的全部 CAD 图和设计文件，见图 25-8。

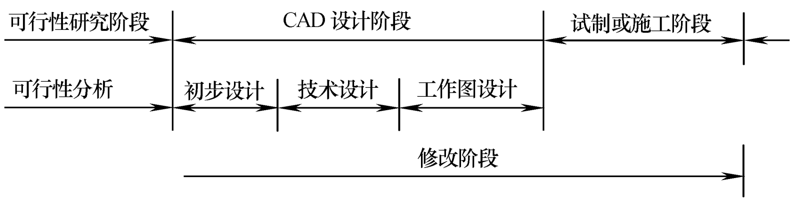


图 25-8

25.9.4 CAD 文件的完整性

各行业或企业可以根据自身的条件和现状规定 CAD 文件的完整性要求。一般包括以下内容：

1. 可行性研究

可行性研究中包括以下内容：

（1）市场调研和预测。根据国家建设和社会需要与本企业的情况，通过对市场和用户进行调查研究，科学地预测产品的发展动向，寻求产品开发方向和目标。

（2）技术调查。通过调查、分析、对比，编写技术调查报告。

（3）先行试验。先行试验是技术调查的配套内容，根据先行试验大纲进行试验，并编写先行试验报告。

（4）可行性分析。根据调研、预测、技术调查和先行试验提出的报告资料，进行产品

设计、生产的可行性分析，并写出可行性分析报告。

（5）开发决策。对可行性分析报告等文件进行评审，提出评审报告及开发项目建议书等。

2. 初步设计

初步设计中包括以下内容：

（1）总体方案设计。在总体方案设计中要编制技术任务书或技术建议书。技术任务书或技术建议书应按有关标准或规定的内容与格式要求进行编制。

（2）研究试验。根据提出的攻关项目及需要编制研究试验大纲，进行新原理、新结构、新材料试验，并编写研究试验报告，应按有关标准或规定的要求进行编制。

（3）绘制总图。按照总体设计方案及绘制总图的有关标准或规定进行绘制。

（4）初步设计评审。对初步设计进行评审并编写初步设计评审报告，应按有关标准或规定的要求编写。

3. 技术设计

技术设计中包括以下内容：

（1）研究试验。在研究试验中应根据产品使用需要提出研究试验大纲，进行主要部件结构试验，编写研究试验报告，应按有关标准或规定的要求编写。

（2）设计计算。要根据产品及其零部件设计和工程项目的需要进行设计计算，并应按照有关标准或规定编写计算书。

（3）技术经济分析。根据需要，进行技术经济分析，并按有关标准或规定的要求编制技术经济分析报告。

（4）修改总体方案。修改、绘制总图时，应按照初步设计评审意见和有关标准或规定的要求进行，并应同时修改技术任务书。必要时，应提出技术设计说明书。

（5）主要设计图。应按有关标准或规定的要求绘制主要设计草图（如主要零部件等），并进行早期故障分析。

（6）提出特殊外购件和特殊材料。根据产品的要求和本企业的实际情况，编制特殊外购件清单和特殊材料清单。

（7）技术设计评审。对技术设计进行评审，编写技术设计评审报告，其内容应按照有关标准或规定的要求编写。

4. 工作图设计

工作图设计中包括以下内容：

（1）全部工作图设计及编制设计文件。在此过程中应按有关标准或规定提出全部工作图、包装图、安装图及设计文件（如合格证明书、使用说明书、质量证明书、装箱单等），并进行产品质量特性重要度分级，以便进行早期故障分析并采取相应措施。

（2）CAD 文件审批。对全部 CAD 文件进行设计评审，编写工作图设计评审报告，其内容应按照有关标准或规定的要求编写。

按照有关标准或规定的要求，并按规定程序对 CAD 图及设计文件进行会签、审批以及标准化审查和工艺性审查等。

5. 产品试制

各行业或企业可以根据自身的条件和现状来决定是否进行产品的试制。但一般的产品试

制应该包括工艺方案设计及评审，工艺和工装设计、生产准备、形式试验、用户试用、试制鉴定以及设计改进、最终设计评审并定型等内容。

25.10　CAD 文件管理——存储与维护

25.10.1　概述

本节介绍的内容选自国家标准 GB/T 17825.10—1999，该标准规定了计算机辅助设计（以下简称 CAD）文件的存储介质（磁盘、磁带、光盘等）在管理上的一般要求、分类与编号以及登记、保管与使用。

该标准适用于 CAD 图及设计文件在入档以前的存储与维护管理。

25.10.2　存储与维护的一般要求

（1）每一个 CAD 图与设计文件在设计开发过程中都必须存放在磁盘或磁带及光盘等存储介质中。

（2）磁盘、磁带、光盘等存储介质都应分类与编号。

（3）在设计开发 CAD 图与设计文件时，一定要进行备份。备份的时间和份数可根据具体情况自定，但要确保系统安全。建议一般最少每 4 小时（半天）或 8 小时（一天）备份一次，并至少备份一份（套）。

（4）所备份的 CAD 文件应与正在设计开发的 CAD 文件分开，不要放在一个系统中，最好以磁盘、磁带、光盘等的形式单独备份。

（5）在设计开发过程中的备份视情况而定，第二次可在第一次备份的基础上进行备份，第三次可在第二次的基础上进行备份，以此类推产生新的 CAD 文件。

（6）备份好的磁盘、磁带、光盘等应按有关要求妥善保管，一般应存放在环境温度为 14～24℃、相对湿度 45%～60%，并远离磁场、热源及酸碱等有害气体的场所。

（7）设计开发完成的 CAD 文件存放在介质中时，在存储介质上应对所存储 CAD 文件编制索引文件，并列出存储代号、项目名称和序号、CAD 文件号、CAD 文件名称、设计人员、备注等目次。

其中：

存储代号——见 25.10.3　存储编号中的（4）；

项目名称——指该存储介质中所存放的产品或工程项目名称；

序号——指该存储介质中所存储的 CAD 文件个数的顺序号；

CAD 文件号——指该 CAD 文件的编号，如图号或设计文件号等；

CAD 文件名称——指该 CAD 文件的名称，如图样名称或设计文件名称等；

设计人员——指该 CAD 文件的设计人员；

备注——指对该 CAD 文件应说明的其他内容。

（8）产品开发过程或工程项目设计过程中的 CAD 文件存放在磁盘或磁带及光盘中后，其存储介质应有标签，并贴放在明显部位。

25.10.3　存储编号

（1）CAD 文件存放于介质中，在归档前必须进行编号。

（2）产品研制或工程设计的一套完整 CAD 文件，一般只允许存放在一个或多个磁盘、

磁带、光盘等存储介质中。

（3）一个磁盘、磁带、光盘等存储介质中一般不许同时存放两种以上产品研制或工程设计的 CAD 文件。

（4）存储代号示例见图 25-9。

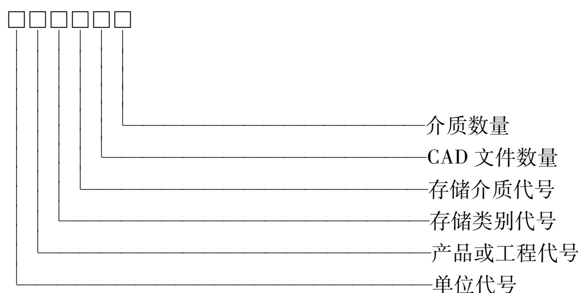


图 25-9

其中：

单位代号——应根据有关规定输入单位的代号，表示是哪一个单位或哪一个部门。

产品或工程代号——应根据有关规定输入产品或工程的编号。

存储类别代号——应根据有关规定输入本存储介质中所存放的内容是属产品开发或工程设计的哪一个阶段，如 S 表示试制；A 表示小批量；B 表示正式生产。

存储介质代号——软盘（floppy disk）用 FD 表示；
磁带（magnetic tape）用 MT 表示；
磁盘（magnetic disk）用 MD 表示；
硬盘（hard disk）用 HD 表示；
光盘（optical disk）用 OD 表示。

CAD 文件数量——指存储介质中存放 CAD 文件的个数，用阿拉伯数字表示，如 01，02，…，12，13，…，90，…

介质数量——指该产品或工程所需要存储介质的总数和本介质所在总数中的第几张，如 1/1 表示共 1 张第 1 张；1/2 表示共 2 张第 1 张；2/3 表示共 3 张第 2 张。

25.10.4 提交归档前存储介质的条件

磁盘、磁带、光盘等存储介质中的 CAD 图和设计文件归档，应符合 GB/T 17678.1 ~ 17678.2 的有关要求。

（1）必要时 CAD 图和设计文件的磁盘、磁带、光盘等存储介质，可与纸质存储介质同时提交归档。纸质存储介质的归档可参照有关规定进行。

（2）磁盘、磁带、光盘等存储介质在归档前应按照 GB/T 17678.1 的有关要求填写登记表。

（3）提交归档的磁盘、磁带、光盘中的 CAD 文件，一般不需加密，如加密应将密钥同时归档。

（4）提交归档的所有 CAD 文件，归档前必须进行杀毒处理，不得带有任何计算机病毒。

（5）归档的存储介质不得带有任何划痕，盘片应清洁，衬套应完整，标签内容应填写清楚。

（6）存储介质在归档前，所规定的签署及日期等应填写齐全。

（7）磁性介质应与纸质性介质内容完全一致。

（8）按照需要，在归档的磁盘、磁带、光盘中可存放运行环境与系统等有关的软件程序。

附　　录

附录 A　优先数和优先数系

摘自 GB/T 321—2005。

（1）优先数系是由公比为$\sqrt[5]{10}$、$\sqrt[10]{10}$、$\sqrt[20]{10}$、$\sqrt[40]{10}$或$\sqrt[80]{10}$，且项值中含有 10 的整数幂的理论等比数列导出的一组近似等比的数列。各数列分别用符号 R5、R10、R20、R40 和 R80 表示，称为 R5 系列、R10 系列、R20 系列、R40 系列和 R80 系列。

（2）R5、R10、R20 和 R40 四个系列是优先数系中的常用系列，称为基本系列（见附表 1）。各个系列的公比为：

R5：　$q_5=\sqrt[5]{10}\approx 1.60$

R10：　$q_{10}=\sqrt[10]{10}\approx 1.25$

R20：　$q_{20}=\sqrt[20]{10}\approx 1.12$

R40：　$q_{40}=\sqrt[40]{10}\approx 1.06$

（3）R80 系列称为补充系列（见附表 2），它的公比 $q_{80}=\sqrt[80]{10}\approx 1.03$，仅在参数分级很细或基本系列中的优先数不能适应实际情况时，才可考虑采用。

（4）各个系列中的项值即通常所称的优先数，是把理论计算所得优先数系的项值进行适当圆整后而统一规定的数值。

（5）各个系列中的项值可按 10 进法向两端无限延伸，所有大于 10 和小于 1 的优先数，均可用 10 的整数幂（如 10、100、1000……或 0.1、0.01、0.001……）乘以附表 1、附表 2 中的优先数求得。

附表 1　基本系列的优先数

R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40
1.00	1.00	1.00	1.00		3.15	3.15	3.15
			1.06				3.35
		1.12	1.12			3.55	3.55
			1.18				3.75
	1.25	1.25	1.25	4.00	4.00	4.00	4.00
			1.32				4.25
		1.40	1.40			4.50	4.50
			1.50				4.75
1.60	1.60	1.60	1.60		5.00	5.00	5.00
			1.70				5.30
		1.80	1.80			5.60	5.60
			1.90				6.00
	2.00	2.00	2.00	6.30	6.30	6.30	6.30
			2.12				6.70
		2.24	2.24			7.10	7.10
			2.36				7.50
2.50	2.50	2.50	2.50		8.00	8.00	8.00
			2.65				8.50
		2.80	2.80			9.00	9.00
							9.50
			3.00	10.00	10.00	10.00	10.00

附表 2　R80 系列的优先数

1.00	1.60	2.50	4.00	6.30
1.03	1.65	2.58	4.12	6.50
1.06	1.70	2.65	4.25	6.70
1.09	1.75	2.72	4.37	6.90
1.12	1.80	2.80	4.50	7.10
1.15	1.85	2.90	4.62	7.30
1.18	1.90	3.00	4.75	7.50
1.22	1.95	3.07	4.87	7.75
1.25	2.00	3.15	5.00	8.00
1.28	2.06	3.25	5.15	8.25
1.32	2.12	3.35	5.30	8.50
1.36	2.18	3.45	5.45	8.75
1.40	2.24	3.55	5.60	9.00
1.45	2.30	3.65	5.80	9.25
1.50	2.36	3.75	6.00	9.50
1.55	2.43	3.87	6.15	9.75

附录 B　常用单位的换算

见附表 3 ~ 11。

附表 3　长度单位换算

千米 (km)	米 (m)	厘米 (cm)	毫米 (mm)	哩 (mile)	码 (yd)	英尺 (ft)	英寸 (in)	海里（国际）(nmile)
1	1000			0.6214	1093.6	3280.8		0.53996
0.001	1	100	1000		1.0936	3.2808	39.37	0.00054
	0.01	1	10			0.0328	0.3937	
	0.001	0.1	1			0.00328	0.03937	
1.6094				1	1760	5280		0.869
	0.9144				1	3	36	
	0.3048	30.48	304.8		0.3333	1	12	
	0.0254	2.54	25.4		0.0278	0.0833	1	
1.852	1852			1.1508		6076.12		1

1 英制海里 = 1853.184 米（m） = 6080.00 英尺（ft）

1 美制海里 = 1853.27 米（m） = 6080.27 英尺（ft）

附表 4　分数英寸、小数英寸与毫米对照

英寸（in）		毫米（mm）	英寸（in）		毫米（mm）	英寸（in）		毫米（mm）
1/64	0.015325	0.396875	9/64	0.140625	3.571875	17/64	0.265625	6.746875
1/32	0.03125	0.793750	5/32	0.15625	3.968750	9/32	0.28125	7.143750
3/64	0.046875	1.190625	11/64	0.171875	4.365625	19/64	0.296875	7.540625
1/16	0.0625	1.587500	3/16	0.1875	4.762500	5/16	0.3125	7.937500
5/64	0.078125	1.984375	13/64	0.203125	5.159375	21/64	0.328125	8.334375
3/32	0.09375	2.381250	7/32	0.21875	5.556250	11/32	0.34375	8.731250
7/64	0.109375	2.778125	15/64	0.234375	5.953125	23/64	0.359375	9.128125
1/8	0.125	3.175000	1/4	0.25	6.350000	3/8	0.375	9.525000

（续）

英寸（in）		毫米（mm）	英寸（in）		毫米（mm）	英寸（in）		毫米（mm）
25/64	0.390625	9.921875	39/64	0.609375	15.478125	53/64	0.828125	21.034375
13/32	0.40625	10.318750	5/8	0.625	15.875000	27/32	0.84375	21.431250
27/64	0.421875	10.715625	41/64	0.640625	16.271875	55/64	0.859375	21.828125
7/16	0.4375	11.112500	21/32	0.65625	16.668750	7/8	0.875	22.225000
29/64	0.453125	11.509375	43/64	0.671875	17.065625	57/64	0.890625	22.621875
15/32	0.46875	11.906250	11/16	0.6875	17.462500	29/32	0.90625	23.018750
31/64	0.48475	12.303125	45/64	0.703125	17.859375	59/64	0.921875	23.415625
1/2	0.5	12.700000	23/32	0.71875	18.256250	15/16	0.9375	23.812500
33/64	0.515625	13.096875	47/64	0.734375	18.653125	61/64	0.953125	24.209375
17/32	0.53125	13.493750	3/4	0.75	19.050000	31.32	0.96875	24.606250
35/64	0.546875	13.890625	49/64	0.765625	19.446875	63/64	0.984375	25.003125
9/16	0.5625	14.287500	25/32	0.78125	19.843750	1	1.000000	25.400000
37/64	0.578125	14.684375	51/64	0.796875	20.240625			
19/32	0.59375	15.081250	13/16	0.8125	20.637500			

附表 5　面积和地积单位换算

千米^2 (km^2)	公顷 (ha)	公亩 (a)	米^2 (m^2)	厘米^2 (cm^2)	毫米^2 (mm^2)	英里^2 ($mile^2$)	英亩 (acre)	码^2 (yd^2)	英尺^2 (ft^2)	英寸^2 (in^2)
1	10^2	10^4	10^6			0.3861				
	1	10^2	10^4							
		1	10^2				0.02471			
			1	10^4	10^6			1.196	10.7639	1550
			10^{-4}	1	10^2			1.196×10^{-4}	10.7639×10^{-4}	0.1550
			10^{-6}	10^{-2}	1			1.196×10^{-4}	10.7639×10^{-6}	0.00155
2.5900						1	640			
			4047				1		43560	
			0.8361	0.8361×10^4	0.8361×10^6			1	9	1296
			0.0929	0.0929×10^4	0.0929×10^6			0.1111	1	144
			6.4516×10^{-4}	6.4516	645.16			7716×10^{-7}	6944×10^{-6}	1

附表 6　体积和容积单位换算

米^3（m^3）	升（L）	厘米^3 (cm^3)	英加仑 (Imp・gal)	美加仑 (U.S. gal)	码^3 (yd^3)	英尺^3 (ft^3)	英寸^3（in^3）
1	1000	1000000	220	264.2	1.308	35.315	61024
0.001	1	1000	0.22	0.2642	0.0013	0.0353	61.02
	0.001	1					0.061
0.0045	4.546	4546.1	1	1.201	0.006	0.1605	277.42
0.0038	3.7854	3785.4	0.8327	1	0.00495	0.1337	231
0.7646	764.6	764555	168	202	1	27	46656
0.0283	28.317	28317	6.2288	7.4805	0.037	1	1728
	0.0164	16.3871				5.787×10^{-4}	1

1 毫升(ml) = 1 厘米^3(cm^3) = 1c.c.

附表 7　质量单位换算

吨（t）	千克（kg）	克（g）	英吨（ton）	美吨（shton）	磅（lb）	盎司（oz）
1	1000		0. 9842	1. 1023	2204. 6	
0. 001	1	1000			2. 2046	35. 274
	0. 001	1				0. 0353
1. 0161	1016. 05		1	1. 12	2240	
0. 9072	907. 19		0. 8929	1	2000	
	0. 4536	453. 59			1	16
	0. 0284	28. 35			0. 0625	1

注：1. 英吨又名长吨（long ton）；美吨又名短吨（short ton）。

2. 此表的换算关系也适用于重力单位的换算，如 1 千克力（kgf）= 2. 2046 磅力（lbf）。

附表 8　度、分、秒与弧度对照

秒（″）	弧度（rad）	分（′）	弧度（rad）	度（°）	弧度（rad）	度（°）	弧度（rad）	度（°）	弧度（rad）	度（°）	弧度（rad）
1	0. 000005	1	0. 000291	1	0. 017453	16	0. 279253	31	0. 541052	70	1. 221730
2	0. 000010	2	0. 000582	2	0. 034907	17	0. 296706	32	0. 558505	75	1. 308997
3	0. 000015	3	0. 000873	3	0. 052360	18	0. 314159	33	0. 575959	80	1. 396263
4	0. 000019	4	0. 001164	4	0. 069813	19	0. 331613	34	0. 593412	85	1. 483530
5	0. 000024	5	0. 001454	5	0. 087266	20	0. 349066	35	0. 610865	90	1. 570796
6	0. 000029	6	0. 001745	6	0. 104720	21	0. 366519	36	0. 628319	100	1. 745329
7	0. 000034	7	0. 002036	7	0. 122173	22	0. 383972	37	0. 645772	120	2. 094395
8	0. 000039	8	0. 002327	8	0. 139626	23	0. 401426	38	0. 663225	150	2. 617994
9	0. 000044	9	0. 002618	9	0. 157080	24	0. 418879	39	0. 680678	180	3. 141593
10	0. 000048	10	0. 002909	10	0. 174533	25	0. 436332	40	0. 698132	200	3. 490659
20	0. 000097	20	0. 005818	11	0. 191986	26	0. 453786	45	0. 785398	250	4. 363323
30	0. 000145	30	0. 008727	12	0. 209440	27	0. 471239	50	0. 872665	270	4. 712389
40	0. 000194	40	0. 011636	13	0. 226893	28	0. 488692	55	0. 959931	300	5. 235988
50	0. 000242	50	0. 014544	14	0. 244346	29	0. 506145	60	1. 047198	360	6. 283185
				15	0. 261799	30	0. 523599	65	1. 134464		

附表 9　弧度与度对照

弧度（rad）	度（°）	弧度（rad）	度（°）	弧度（rad）	度（°）	弧度（rad）	度（°）	弧度（rad）	度（°）
1	57. 2958	9	515. 6620	0. 7	40. 1071	0. 05	2. 8648	0. 003	0. 1719
2	114. 5916	10	572. 9578	0. 8	45. 8366	0. 06	3. 4378	0. 004	0. 2292
3	171. 8873	0. 1	5. 7296	0. 9	51. 5662	0. 07	4. 0107	0. 005	0. 2865
4	229. 1831	0. 2	11. 4592	1. 0	57. 2958	0. 08	4. 5837	0. 006	0. 3438
5	286. 4789	0. 3	17. 1887	0. 01	0. 5730	0. 09	5. 1566	0. 007	0. 4011
6	343. 7747	0. 4	22. 9183	0. 02	1. 1459	0. 1	5. 7296	0. 008	0. 4584
7	401. 0705	0. 5	28. 6479	0. 03	1. 7189	0. 001	0. 0573	0. 009	0. 5157
8	458. 3662	0. 6	34. 3775	0. 04	2. 2918	0. 002	0. 1146	0. 01	0. 5730

附表 10　分、秒与小数度对照

分 (′)	度 (°)	分 (′)	度 (°)	分 (′)	度 (°)	分 (′)	度 (°)	秒 (″)	度 (°)	秒 (″)	度 (°)	秒 (″)	度 (°)	秒 (″)	度 (°)
1	0. 0167	16	0. 2667	31	0. 5167	46	0. 7667	1	0. 0003	16	0. 0044	31	0. 0086	46	0. 0128
2	0. 0333	17	0. 2833	32	0. 5333	47	0. 7833	2	0. 0006	17	0. 0047	32	0. 0089	47	0. 0131
3	0. 0500	18	0. 3000	33	0. 5500	48	0. 8000	3	0. 0008	18	0. 0050	33	0. 0092	48	0. 0133
4	0. 0667	19	0. 3167	34	0. 5667	49	0. 8167	4	0. 0011	19	0. 0053	34	0. 0094	49	0. 0136
5	0. 0833	20	0. 3333	35	0. 5833	50	0. 8333	5	0. 0014	20	0. 0056	35	0. 0097	50	0. 0139
6	0. 1000	21	0. 3500	36	0. 6000	51	0. 8500	6	0. 0017	21	0. 0058	36	0. 0100	51	0. 0142
7	0. 1167	22	0. 3667	37	0. 6167	52	0. 8667	7	0. 0019	22	0. 0061	37	0. 0103	52	0. 0144
8	0. 1333	23	0. 3833	38	0. 6333	53	0. 8833	8	0. 0022	23	0. 0064	38	0. 0106	53	0. 0147
9	0. 1500	24	0. 4000	39	0. 6500	54	0. 9000	9	0. 0025	24	0. 0067	39	0. 0108	54	0. 0150
10	0. 1667	25	0. 4167	40	0. 6667	55	0. 9167	10	0. 0028	25	0. 0069	40	0. 0111	55	0. 0153
11	0. 1833	26	0. 4333	41	0. 6833	56	0. 9333	11	0. 0031	26	0. 0072	41	0. 0114	56	0. 0156
12	0. 2000	27	0. 4500	42	0. 7000	57	0. 9500	12	0. 0033	27	0. 0075	42	0. 0117	57	0. 0158
13	0. 2167	28	0. 4667	43	0. 7167	58	0. 9667	13	0. 0036	28	0. 0078	43	0. 0119	58	0. 0161
14	0. 2333	29	0. 4833	44	0. 7333	59	0. 9833	14	0. 0039	29	0. 0081	44	0. 0122	59	0. 0164
15	0. 2500	30	0. 5000	45	0. 7500	60	1. 0000	15	0. 0042	30	0. 0083	45	0. 0125	60	0. 0167

附表 11　钢铁洛氏与布氏硬度对照

布氏 HS	96. 6	95. 6	94. 6	93. 5	92. 6	91. 5	90. 5	89. 4	88. 4	87. 6	86. 5	85. 7	84. 8	84. 0	83. 1	82. 2
洛氏 HRC	68	67. 5	67	66. 5	66	65. 5	65	64. 5	64	63. 5	63	62. 5	62	61. 5	61	60. 5
布氏 HS	81. 4	80. 6	79. 7	78. 9	78. 1	77. 2	76. 5	75. 6	74. 9	74. 2	73. 5	72. 6	71. 9	71. 2	70. 5	69. 8
洛氏 HRC	60	59. 5	59	58. 5	58	57. 5	57	56. 5	56	55. 5	55	54. 5	54	53. 5	53	52. 5
布氏 HS	69. 1	68. 5	67. 7	67. 0	66. 3	65. 0	63. 7	62. 3	61. 0	59. 7	58. 4	57. 1	55. 9	54. 7	53. 5	52. 3
洛氏 HRC	52	51. 5	51	50. 5	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39
布氏 HS	51. 1	50. 0	48. 8	47. 8	46. 6	45. 6	44. 5	43. 5	42. 5	41. 6	40. 6	39. 7	38. 8	37. 9	37. 0	36. 3
洛氏 HRC	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23
布氏 HS	35. 5	34. 7	34. 0	33. 2	32. 6	31. 9	31. 4	30. 7	30. 1	29. 6						
洛氏 HRC	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13						

附录 C　几何图形的计算公式

见附表 12。

附表 12　平面图形的计算公式

名　称	计 算 公 式	名　称	计 算 公 式
直角三角形	$A=\frac{ab}{2}$ $c=\sqrt{a^2+b^2}$ $a=\sqrt{c^2-b^2}$ $b=\sqrt{c^2-a^2}$	锐角三角形	$A=\frac{bh}{2}$ $=\frac{b}{2}\sqrt{a^2-\left(\frac{a^2+b^2-c^2}{2b}\right)^2}$ 设 $S=\frac{1}{2}(a+b+c)$ 则 $A=\sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$

（续）

名　　称	计　算　公　式	名　　称	计　算　公　式
钝角三角形	$A=\frac{bh}{2}$ $=\frac{b}{2}\sqrt{a^2-\left(\frac{c^2-a^2-b^2}{2b}\right)^2}$ 设 $S=\frac{1}{2}(a+b+c)$ 则 $A=\sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$	正六角形	$A=2.598a^2=2.598R^2$ $r=0.866a=0.866R$ $a=R=1.155r$
正方形	$A=a^2$ $A=\frac{1}{2}d^2$ $a=0.7071d$ $d=1.414a$	正多角形	$A=\frac{nar}{2}=\frac{na}{2}\sqrt{R^2-\frac{a^2}{4}}$ $R=\sqrt{r^2+\frac{a^2}{4}}$，$r=\sqrt{R^2-\frac{a^2}{4}}$ $a=2\sqrt{R^2-r^2}$ n—边数
矩　形	$A=ab$ $A=a\sqrt{d^2-a^2}=b\sqrt{d^2-b^2}$ $d=\sqrt{a^2+b^2}$ $a=\sqrt{d^2-b^2}$ $b=\sqrt{d^2-a^2}$	圆	$A=\pi r^2=3.1416r^2=0.7854d^2$ $C=2\pi r=6.2832r=3.1416d$ C—圆周长
平行四边形	$A=bh$	扇　形	$A=\frac{1}{2}rl=0.008727\alpha r^2$ $l=\frac{3.1416r\alpha}{180}$ $=0.01745r\alpha$
菱　形	$A=\frac{Dd}{2}$ $D^2+d^2=4a^2$	环　形	$A=\pi(R^2-r^2)$ $=3.1416(R^2-r^2)$ $=3.1416(R+r)(R-r)$ $=0.7854(D^2-d^2)$ $=0.7854(D+d)(D-d)$
梯　形	$A=\frac{(a+b)h}{2}$	环式扇形	$A=\frac{\alpha\pi}{360}(R^2-r^2)$ $=0.00873\alpha(R^2-r^2)$ $=\frac{\alpha\pi}{4\times360}(D^2-d^2)$ $=0.00218\alpha(D^2-d^2)$
任意四边形	$A=\frac{(H+h)a+bh+cH}{2}$ 任意四边形的面积也可分成两个三角形，将其面积相加得出	角　椽	$A=r^2-\frac{\pi r^2}{4}=0.2146r^2$ $=0.1073c^2$

（续）

名　　称	计　算　公　式	名　　称	计　算　公　式
椭　圆	$A=\pi ab=3.1416ab$ $P=\pi(a+b)\left[1+\frac{1}{4}\left(\frac{a-b}{a+b}\right)^2+\frac{1}{64}\left(\frac{a-b}{a+b}\right)^4\cdots\right]$ 或 $P\approx3.1416\sqrt{2(a^2+b^2)}$ （当 a 与 b 相差很小时可用此公式） P—椭圆周长	抛物线	$A=\frac{2}{3}xy$
双曲线	$A=\frac{xy}{2}-\frac{ab}{2}\ln\left(\frac{x}{a}+\frac{y}{b}\right)$	抛物线弓形	$A=$ 面积 $BFC=\frac{2}{3}\square BCDE$ 设 FG 是弓形的高，$FG\perp BC$ 则 $A=\frac{2}{3}BC\times FG$
抛物线	$l=\frac{p}{2}\left[\sqrt{\frac{2x}{p}\left(1+\frac{2x}{p}\right)}+\ln\left(\sqrt{\frac{2x}{p}}+\sqrt{1+\frac{2x}{p}}\right)\right]$ $l\approx y\left[1+\frac{2}{3}\left(\frac{x}{y}\right)^2-\frac{2}{5}\left(\frac{x}{y}\right)^4\right]$ 或 $l\approx\sqrt{y^2+\frac{4}{3}x^2}$	摆　线	$A=3\pi r^2=9.4248r^2$ $=2.3562d^2$ $l=8r=4d$

注：式中 A 为面积。

附录 D　几何体的计算公式

见附表 13。

附表 13　几何体的计算公式

名　　称	计　算　公　式	名　　称	计　算　公　式
正方体	$V=a^3$ $A_n=6a^2$ $A_0=4a^2$ $A=A_s=a^2$ $x=a/2$ $d=\sqrt{3}a=1.7321a$	正六角体	$V=2.598a^2h$ $A_n=5.1963a^2+6ah$ $A_0=6ah$ $x=\frac{h}{2}$ $d=\sqrt{h^2+4a^2}$
长方体	$V=abh$ $A_n=2(ab+ah+bh)$ $A_0=2h(a+b)$ $x=\frac{h}{2}$ $d=\sqrt{a^2+b^2+h^2}$	平截四角锥体	$V=\frac{h}{6}(2ab+ab_1+a_1b+2a_1b_1)$ $x=\frac{h(ab+ab_1+a_1b+3a_1b_1)}{2(2ab+ab_1+a_1b+2a_1b_1)}$ 底为矩形

（续）

名　　称	计 算 公 式
正角锥体	$V=\frac{hA_s}{3}$ ① $A_0=\frac{1}{2}pH=\frac{1}{2}naH$ $x=\frac{h}{4}$ p—底面周长 n—侧面的面数
平截正角锥体	$V=\frac{h}{3}(A+\sqrt{AA_s}+A_s)$ ② $A_0=\frac{1}{2}H(na_1+na)$ $x=\frac{h}{4}\frac{A_s+2\sqrt{AA_s}+3A}{A_s+\sqrt{AA_s}+A}$ n—侧面的面数
楔形体	$V=\frac{bh}{6}(2a+a_1)$ A_n=二个梯形面积+二个三角形面积+底面积 $x=\frac{h(a+a_1)}{2(2a+a_1)}$ 底为矩形
四面体	$V=\frac{1}{6}abh$ A_n=四个三角形面积之和 $x=\frac{1}{4}h$ $a\perp b$
矩形棱锥体	$V=\frac{1}{3}abh$ A_n=四个三角形面积+底面积 $x=\frac{1}{4}h$ 底为矩形
圆柱体	$V=\frac{\pi}{4}D^2h=0.785D^2h$ $=\pi r^2h$ $A_0=\pi Dh=2\pi rh$ $x=\frac{h}{2}$ $A_n=2\pi r(r+h)$
斜截圆柱	$V=\pi R^2\frac{h_1+h_2}{2}$ $A_0=\pi R(h_1+h_2)$ $D=\sqrt{4R^2+(h_2-h_1)^2}$ $x=\frac{h_2+h_1}{4}+\frac{(h_2-h_1)^2}{16(h_2+h_1)}$ $y=\frac{R(h_2-h_1)}{4(h_2+h_1)}$
空心圆柱	$V=\frac{\pi}{4}h(D^2-d^2)$ $A_0=\pi h(D+d)=2\pi h(R+r)$ $x=\frac{h}{2}$
圆锥体	$V=\frac{\pi R^2h}{3}$ $A_0=\pi RL=\pi R\sqrt{R^2+h^2}$ $x=\frac{h}{4}$ $L=\sqrt{R^2+h^2}$
平截圆锥体	$V=\frac{\pi}{12}h(D^2+Dd+d^2)$ $=\frac{\pi}{3}h(R^2+r^2+Rr)$ $A_0=\frac{\pi}{2}L(D+d)=\pi L(R+r)$ $L=\sqrt{\left(\frac{D-d}{2}\right)^2+h^2}$ $x=\frac{h(D^2+2Dd+3d^2)}{4(D^2+Dd+d^2)}$
平截空心圆锥体	$V=\frac{\pi h}{12}(D_2^2-D_1^2+D_2d_2-D_1d_1+d_2^2-d_1^2)$ $A_0=\frac{\pi}{2}[L_2(D_2+d_2)+L_1(D_1+d_1)]$ $x=\frac{h}{4}\left(\frac{D_2^2-D_1^2+2(D_2d_2-D_1d_1)^2+3(d_2^2-d_1^2)}{D_2^2-D_1^2+D_2d_2-D_1d_1+d_2^2-d_1^2}\right)$

（续）

名　称	计 算 公 式
圆　球	$V=\frac{4}{3}\pi r^3=\frac{\pi d^3}{6}=0.523d^3$ $A_n=4\pi r^2=\pi d^2$
半圆球体	$V=\frac{2}{3}\pi r^3$ $A_n=3\pi r^2$ $x=\frac{3}{8}r$
球楔体	$V=\frac{2\pi r^2 h}{3}$ $A_n=\pi r(a+2h)$ $x=\frac{3}{8}(2r-h)$
缺球体	$V=\frac{\pi h}{6}(3a^2+h^2)$ $=\frac{\pi h^2}{3}(3r-h)$ $A_n=\pi(2a^2+h^2)=\pi(2rh+a^2)$ $x=\frac{h(2a^2+h^2)}{2(3a^2+h^2)}$ 或 $x=\frac{h(4r-h)}{4(3r-h)}$ $A_0=2\pi rh=\pi(a^2+h^2)$
平截球台体	$V=\frac{\pi h}{6}(3a^2+3b^2+h^2)$ $A_0=2\pi Rh$ $R^2=b^2+\left(\frac{b^2-a^2-h^2}{2h}\right)^2$ $x=\frac{3(b^4-a^4)}{2h(3a^2+3b^2+h^2)}$ $\pm\frac{b^2-a^2-h^2}{2h}$ 式中 “+”号为球心在球台体之内 “−”号为球心在球台体之外

名　称	计 算 公 式
抛物线体	$V=\frac{\pi R^2 h}{2}$ $A_0=\frac{2\pi}{3P}\left[\sqrt{(R^2+P^2)^3}-P^3\right]$ 其中 $P=\frac{R^2}{2h}$ $x=\frac{1}{3}h$
平截抛物线体	$V=\frac{\pi}{2}(R^2+r^2)h$ $A_0=\frac{2\pi}{3P}\left[\sqrt{(R^2+P^2)^3}-\sqrt{(r^2+P^2)^3}\right]$ $P=\frac{R^2-r^2}{2h}$ $x=\frac{h(R^2+2r^2)}{3(R^2+r^2)}$
半椭圆球体	$V=\frac{2}{3}\pi hR^2$ $A_0=\pi R^2+\frac{\pi hR}{e}\arcsin e$ $\approx\pi R\left(h+R+\frac{h^2-R^2}{6h}\right)$ $e=\sqrt{\frac{h^2-R^2}{h}}$ $x=\frac{3}{8}h$ h—长半轴；R—短半轴；e—离心率
圆环体	$V=2\pi^2Rr^2=\frac{1}{4}\pi^2Dd^2$ $=2.4674Dd^2$ $A_n=4\pi^2Rr=\pi^2Dd$
椭圆体	$V=\frac{4}{3}\pi abc$
桶形体	对于抛物线形桶： $V=\frac{\pi h}{15}\left(2D^2+Dd+\frac{3}{4}d^2\right)$ 对于圆形桶： $V=\frac{1}{12}\pi h(2D^2+d^2)$

注：式中　V—容积；A_n—全面积；A_0—侧面积；A_s—底面积；A—顶面积；G—重心的位置。

① 此公式也适用于底面积为任意多边形的角锥体。

② 此公式也适用于底面积为任意多边形的平截角锥体。

附录E 常用材料

见附表14～17。

附表14 钢

标准	名称	牌号	应用举例	说明
GB/T 700—2006	碳素结构钢	Q215—A Q215—B	金属结构构件;拉杆、套圈、铆钉、螺栓、短轴、心轴、凸轮(载荷不大的)、吊钩、垫圈;渗碳零件及焊接件	Q表示屈服点,数字为屈服点数值。其后的字母为质量等级符号(A、B、C、D)
		Q235—A	金属结构构件;心部强度要求不高的渗碳或氰化零件;吊钩、拉杆、车钩、套圈、气缸、齿轮、螺栓、螺母、连杆、轮轴、楔、盖及焊接件	
		G275	转轴、心轴、销轴、链轮、刹车杆、螺栓、螺母、垫圈、连杆、吊钩、楔、齿轮、键以及其他强度较高的零件。这种钢焊接性尚可	
GB/T 699—1999	优质碳素结构钢	10	这种钢的屈服点和抗拉强度比值较低,塑性和韧性均高,在冷状态下,容易模压成形。一般用于拉杆、卡头、钢管垫片、垫圈、铆钉。这种钢焊接性甚好	牌号的两位数字表示平均含碳量。45钢即表示平均含碳量为0.45% 含锰量较高的钢,须加注化学元素符合“Mn” 含碳量≤0.25%的碳钢是低碳钢(渗碳钢) 含碳量在0.25%～0.60%之间的碳钢是中碳钢(调质钢) 含碳量大于0.60%的碳钢是高碳钢
		15	塑性、韧性、焊接性和冷冲性均良好,但强度较低。用于制造受力不大、韧性要求较高的零件、紧固件、冲模锻件及不要热处理的低载荷零件,如螺栓、螺钉、拉条、法兰盘及化工贮器、蒸汽锅炉等	
		20	用于不受很大应力而要求很大韧性的各种机械零件,如杠杆、轴套、螺钉、拉杆、起重钩等。也用于制造压力<6.08MPa、温度<450°C的非腐蚀介质中使用的零件,如管子、导管等	
		25	性能与20钢相似,用于制造焊接设备,以及轴、辊子、连接器、垫圈、螺栓、螺钉、螺母等。焊接性及冷应变塑性均好	

（续）

标准	名称	牌　　号	应　用　举　例	说　　明
GB/T 699—1999	优质碳素结构钢	35	用于制造曲轴、转轴、轴销、杠杆、连杆、横梁、星轮、圆盘、套筒、钩环、垫圈、螺钉、螺母等。一般不作焊接用	牌号的两位数字表示平均含碳量。45 钢即表示平均含碳量为 0.45% 含锰量较高的钢，须加注化学元素符合“Mn” 含碳量≤0.25% 的碳钢是低碳钢（渗碳钢） 含碳量在 0.25% ~0.60% 之间的碳钢是中碳钢（调质钢） 含碳量大于 0.60% 的碳钢是高碳钢
		40	用于制造辊子、轴、曲柄销、活塞杆、圆盘等	
		45	用于强度要求较高的零件，如汽轮机的叶轮、压缩机、泵的零件等	
		50	用于耐磨性要求较高、动载荷及冲击作用不大的零件，如锻造齿轮、拉杆、轧辊、轴、摩擦盘、次要弹簧、农业机械上用的掘土犁铧、重载荷心轴与轴等。这种钢焊接性不好	
		55	用于制造齿轮、连杆、轮圈、轮缘、扁弹簧及轧辊等	
		60	这种钢的强度和弹性相当高，用于制造轧辊、轴、弹簧圈、弹簧、离合器、凸轮、钢绳等	
		20Mn	用于制造凸轮轴、齿轮、联轴器、铰链、拖杆等	
		40Mn	用于制造承受疲劳载荷的零件，如轴、万向联轴器、曲轴、连杆及在高应力下工作的螺栓、螺母等	
		60Mn	适于制造弹簧、弹簧垫圈、弹簧环和片以及冷拔钢丝（直径≤7mm）和发条	
GB/T 1298—2008	碳素工具钢	T7 T7A	能承受振动和冲击的工具，硬度适中时有较大的韧性。用作凿子、钻软岩石的钻头、冲击式打眼机钻头、大锤等	用“碳”或“T”后附以平均含碳量的千分数表示，有 T7 ~T13。高级优质碳素工具钢须在牌号后加注“A” 平均含碳量约为 0.7% ~1.3%
		T8 T8A	有足够的韧性和较高的硬度，用于制造能承受振动的工具，如钻中等硬度岩石的钻头、简单模子、冲头等	
GB/T 1591—2008	低合金高强度结构钢	Q345	桥梁、造船、厂房结构、储油罐、压力容器、机车车辆、起重设备、矿山机械及其他代替 Q235 的焊接结构	其力学性能较碳素钢高，焊接性、耐腐蚀性、耐磨性较碳素钢好，但经济指标与碳素钢相近
		Q390	中高压容器、车辆、桥梁、起重机等	
		Q420	大型罐车、蓄力器、储气球罐等	

（续）

标准	名称	牌　　号	应用举例	说　　明
GB/T 3077—1999	合金结构钢	20Mn2	对于截面较小的零件，相当于 20Cr 钢，可作渗碳小齿轮、小轴、活塞销、柴油机套筒、气门推杆、钢套等	钢中加入一定量的合金元素，提高了钢的力学性能和耐磨性，也提高了钢的淬透性，保证金属在较大截面上获得高力学性能
		45Mn2	用于制造在较高应力与磨损条件下的零件。在直径≤60mm 时，与 40Cr 相当。可做万向接轴、齿轮、蜗杆、曲轴等	
		15Cr	船舶主机用螺栓、活塞销、凸轮、凸轮轴、汽轮机套环，以及机车用小零件等，用于心部韧性较高的渗碳零件	
		40Cr	用于较重要的调质零件，如汽车转向节、连杆、螺栓、进气阀、重要齿轮、轴等	
		35SiMn	除要求低温（－20°C）、冲击韧度很高时，可全面代替 40Cr 钢作调质零件，亦可部分代替 40CrNi 钢。此钢耐磨、耐疲劳性均佳，适用于作轴、齿轮及在 430°C 以下的重要紧固件	
		20CrMnTi	工艺性能特优，用于汽车、拖拉机上的重要齿轮和一般强度、韧性均高的减速器齿轮，供渗碳处理	
GB/T 1221—2007	耐热钢	1Cr13	用于在腐蚀条件下，制造承受冲击载荷和塑性较高的零件。如水压机阀体、热裂设备管路附件、螺栓、螺母及汽轮机叶片等	能良好地抵抗大气腐蚀，尤其在热处理和磨光后，具有最大的稳定性
		1Cr18Ni9Ti	用于化工设备的各种锻件。航空发动机排气系统的喷管及集合器等零件	耐酸，在 600°C 以下耐热，在 1000°C 以下不起皮
GB/T 11352—2009	铸钢	ZG230-450（ZG25）	铸造平坦的零件，如机座、机盖、箱体，工作温度在 450°C 以下的管路附件等。焊接性良好	“ZG”为铸钢二字汉语拼音的第一个字母。后面第一组数字表示屈服强度，第二组数字表示抗拉强度
		ZG310-570（ZG45）	各种形状的机件，如联轴器、轮、气缸、齿轮、齿轮圈及重载荷机架等	

附表15 铸　　铁

标准	名称	牌　　号	应　用　举　例	说　　明
GB/T 9439—2010	灰铸铁	HT150	用于制造端盖、汽轮泵体、轴承座、阀壳、管子及管路附件、手轮;一般机床底座、床身、滑座、工作台等	“HT”为灰、铁二字汉语拼音的第一个字母。后面的数字为抗拉强度
		HT200	用于制造气缸、齿轮、底架、机体、飞轮、齿条、衬筒;一般机床铸有导轨的床身及中等压力(8MPa以下)的液压筒、液压泵和阀体等	
		HT250	用于制造阀壳、液压缸、气缸、联轴器、机体、齿轮、齿轮箱外壳、飞轮、衬筒、凸轮、轴承座等	
		HT300 HT350	用于制造齿轮、凸轮、车床卡盘、剪床、压力机的机身;导板、六角自动车床及其他重载荷机床铸有导轨的床身;高压液压筒、液压泵和滑阀的壳体等	
GB/T 1348—2009	球墨铸铁	QT500-7 QT450-10 QT400-18	具有较高的强度和塑性。广泛用于受磨损和受冲击的零件,如曲轴(一般用QT600-3)、齿轮(一般用QT400-18)、气缸套、活塞环、摩擦片、中低压阀门、千斤顶座、轴承座等	“QT”是球墨铸铁代号。后面的数字分别是为抗拉强度和伸长率的大小
GB/T 9440—2010	可锻铸铁	KTH300-06 KTH330-08 KTZ450-06	用于受冲击、振动等零件,如汽车零件、机床附件(如扳手)、各种管接头、低压阀门、农具等	“KTH”和“KTZ”分别是黑心和珠光体可锻铸铁的代号。它们后面的数字分别为抗拉强度和伸长率的大小

附表16 非 铁 金 属

标准	名称	牌　　号	应　用　举　例	说　　明
GB/T 5231—2001	普通黄铜	H62	散热器、垫圈、弹簧、各种网、螺钉及其他零件	“H”表示黄铜,后面数字表示含铜量,如62表示含铜60.5%～63.5%
YS/T 544—2006	铸黄铜	ZHMnD58-2-2	用于制造轴瓦、轴套及其他耐磨零件	ZHMnD58-2-2表示含铜57%～60%、锰1.5%～2.5%、铅1.5%～2.5%的铸黄铜锭

（续）

标准	名称	牌　号	应 用 举 例	说　明
YS/T 545—2006	铸锡青铜	ZQSnD6-6-3	用于受中等冲击载荷和在液体或半液体润滑及耐蚀条件下工作的零件，如轴承、轴瓦、蜗轮、螺母，以及承受 1.01 × 10^3 kPa 以下的蒸气和水的配件	“Q”表示青铜。ZQSnD6-6-3 表示含锡 5% ~7%、锌 5% ~7%、铅 2% ~4% 的铸锡青铜锭
	铸造无锡青铜	ZQAlD9-4	强度高、减磨性、耐蚀性、受压、铸造性均良好。用于在蒸气和海水条件下工作的零件及受摩擦和腐蚀的零件，如蜗轮衬套等	
GB/T 1173—1995	铸铝合金	ZL102	耐磨性中上等，用于制造载荷不大的薄壁零件	“Z”表示铸，“L”表示铝。后面第一位数字表示类别，第二、第三位数为顺序号
GB/T 3190—2008	变形铝	2A11 2A12	适于制作中等强度的零件，焊接性能好	
GB/T 5231—2001	白铜	B19	医疗用具、网、精密机械及化学工业零件、日用品	白铜是铜镍合金。B19 为含镍 19%、余量为铜的普通白铜

附表 17　非金属材料

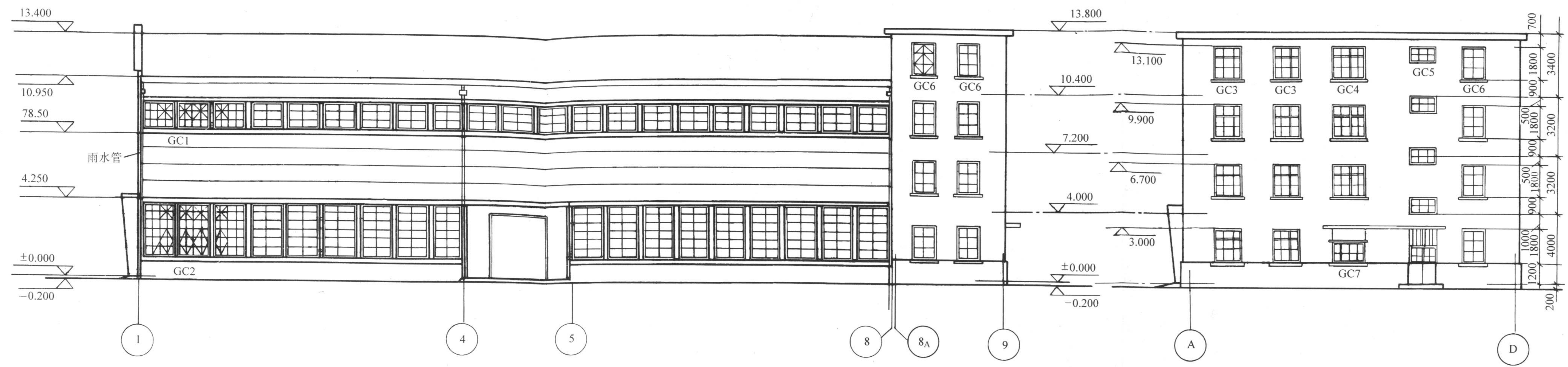
标准	名称		牌　号	应 用 举 例	说　明
GB/T 5574—2008	工业用橡胶板	耐酸碱橡胶板	2707 2709	具有耐酸碱性能，在温度 -30 ~ +60°C 的 20% 浓度的酸碱液体中工作。用作冲制密封性能较好的垫圈	较高硬度 中等硬度
		耐油橡胶板	3707 3709	可在一定温度的机油、变压器油、汽油等介质中工作。适用冲制各种形状的垫圈	较高硬度
		耐热橡胶板	4708 4710	可在 -30 ~ +100°C、且压力不大的条件下，于热空气、蒸汽介质中工作。用作冲制各种垫圈和隔热垫板	较高硬度 中等硬度

（续）

标准	名称		牌　　号	应　用　举　例	说　　明
JB/T 8149.2—2000	酚醛层压布板		PFCC1 PFCC2 PFCC3 PFCC4	用以制作各种机械零件。PFCC3、4 适于作小零件 PFCC2、4 还可供电气用	有厚度为 0.4 ~ 100mm 的 30 种规格
GB/T 539—2008	石棉制品	耐油石棉橡胶板	HNY300	供航空发动机的煤油、润滑油及冷气系统结合处的密封衬垫材料	有厚度为 0.4 ~ 3.0mm 的 10 规格
JC 68—1982		油浸石棉盘根	YS350	适于在回转轴、往复活塞或阀门杆上作密封材料。介质为蒸汽、空气、工业用水、重质石油产品	盘根形状分 F(方形)、Y(圆形)、N(扭制)三种,按需选用
JC 67—1982		橡胶石棉盘根	XS450	适用于蒸汽机、往复泵的活塞和阀门杆上作密封材料	该型号盘根只有 F(方形)形
FZ/T 25001—1992	毛毡		T112 T122 T132	用于密封、防漏油、防振、缓冲衬垫等	厚度为 1.5 ~ 25mm
QB/T 2200—1996	软钢纸板			用于密封连接处垫片	厚度为 0.5 ~ 3.0mm
SG190—1980	聚四氟乙烯板材		SFB-1 （车削板） SFB-2 （模压板）	用于腐蚀介质中,起密封和减磨作用。用于垫圈等	耐腐蚀、耐高温(+250°C),并具有一定的强度,能切削加工成各种零件
GB/T 7134—2008	浇铸型工业有机玻璃板材		PMMA	适用于耐腐蚀和需要透明的零件	耐盐酸、硫酸、草酸、烧碱和纯碱等一般酸碱以及二氧化硫、臭氧等气体腐蚀

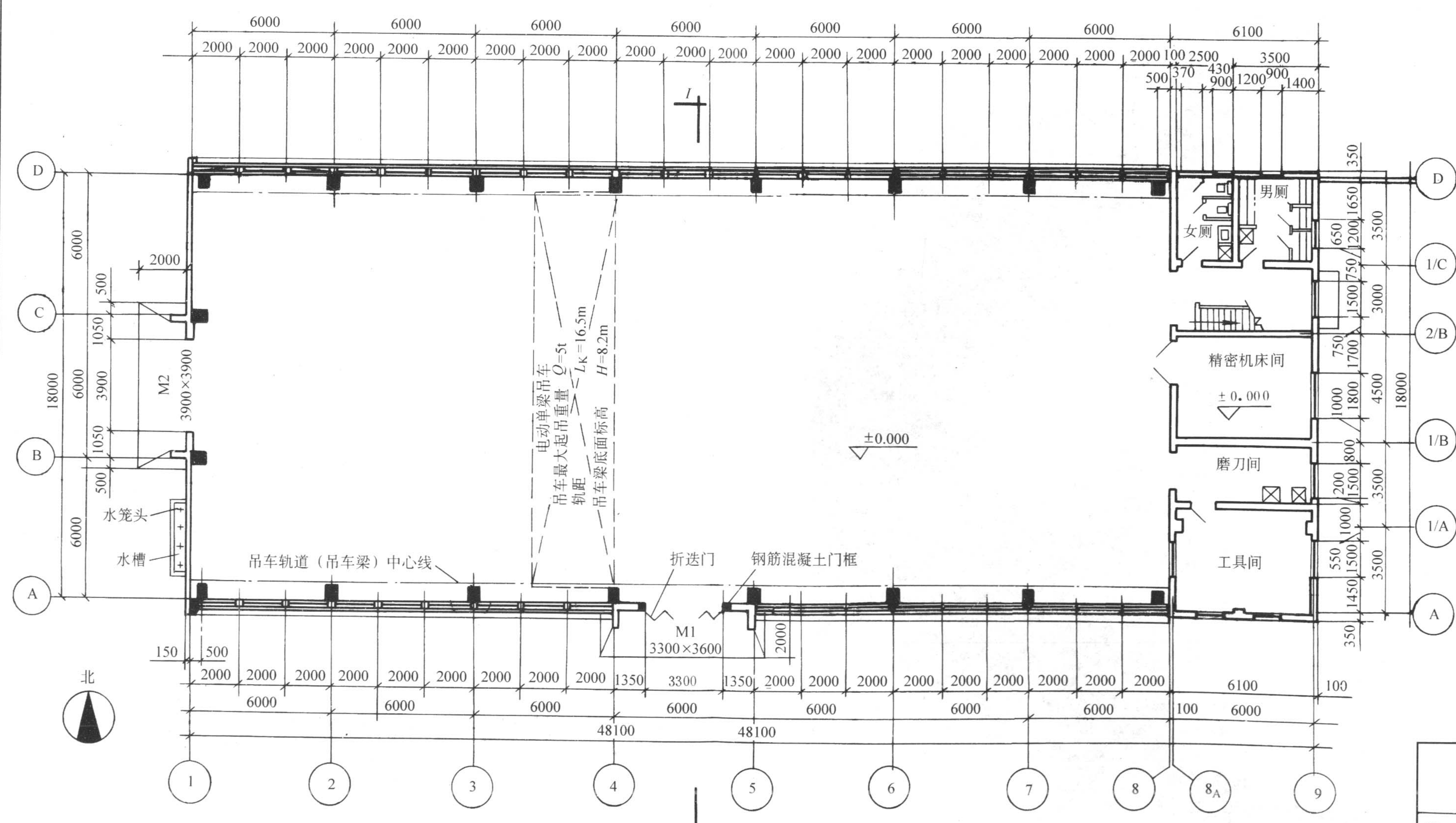
参 考 文 献

［1］ 机械工程手册编辑委员会．机械工程手册：第 5 卷［M］．北京：机械工业出版社，1997.
［2］《机械设计手册》联合编写组．机械设计手册：中册［M］．北京：化学工业出版社，2006.
［3］ 天津大学机械零件教研室．机械零件手册［M］．北京：高等教育出版社，2001.
［4］ 轻纺机械设计联合编写组．机械设计：下［M］．北京：高等教育出版社，1996.
［5］ 北京工业学院《画法几何学》编写组．画法几何学［M］．北京：国防工业出版社，1982.
［6］ 山东工学院等四院校制图教研室．曲面制图［M］．济南：山东科学技术出版社，1979.
［7］“公差与配合”国家标准工作组．公差与配合标准的分析［M］．北京：北京技术标准出版社，1980.
［8］ French T E，Vierck C J. Engineering Drawing and Graphic Technology［M］. 12th ed. NewYork：McGraw-Hill，1978.
［9］ 弗罗洛夫 C A. 画法几何学［M］．北京工业学院制图教研室，译．北京：高等教育出版社，1982.
［10］ Федоренко B A，шошин A И. Споравочник По Маминостроительному Черчение，1981.
［11］ 柳克辛 B C. 刀具设计的螺旋面理论［M］．彭德祥，译．北京：机械工业出版社，1984.
［12］ 刘巽尔．互换性与技术测量［M］．北京：中央广播电视大学出版社，1983.
［13］ 花国梁．公差与技术测量基础［M］．北京：清华大学出版社，1986.
［14］ 日本図学会．図形科学ハンドブッワ［M］．东京:森北出版,1981.
［15］ 苏步青，刘鼎元．计算几何［M］．上海：上海科学技术出版社，1980.
［16］ 孟宪铎．解析画法几何［M］．北京：机械工业出版社，1984.
［17］ 唐顺钦．实用钣金工展开手册［M］．北京：冶金工业出版社，1976.
［18］ 朱鼎勋，陈绍菱．空间解析几何［M］．北京：北京师范大学出版社，1981.
［19］ 吴大任．微分几何讲义［M］．北京：人民教育出版社，1979.
［20］ 朱辉，曹桄，等．高等画法几何［M］．上海：上海科学技术出版社，1985.
［21］ 张仲元，高中宝．钣金工展开原理［M］．北京：中国铁道出版社，1983.
［22］ 葛勒金 B Д，等．尺寸和公差的合理标注［M］．清华大学制图教研室，译．北京：机械工业出版社，1966.
［23］ 俞长高，等．机械制造中的计算机辅助设计［M］．北京：机械工业出版社，1988.
［24］ 上海纺织工学院．机床设计图册［M］．上海：上海科学技术出版社，1979.
［25］ 大连工学院．金属切削机床液压传动［M］．北京：科学出版社，1985.
［26］ 机床电路图集编写组．机床电路图集［M］．呼和浩特：内蒙古人民出版社，1981.

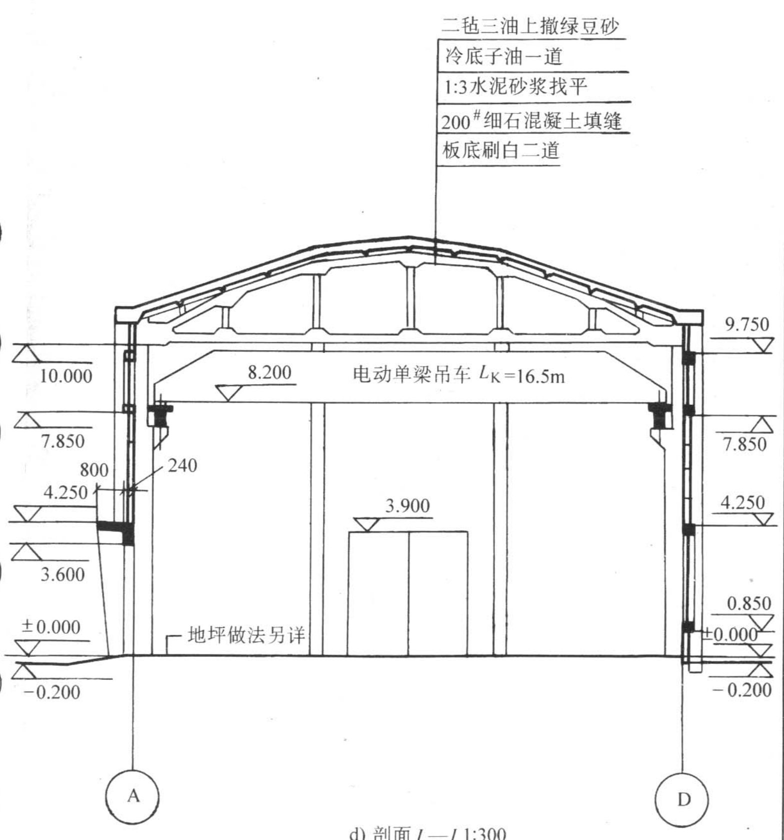


a) 南立面图1:300

c) 东立面图1:300



b) 平面图1:300

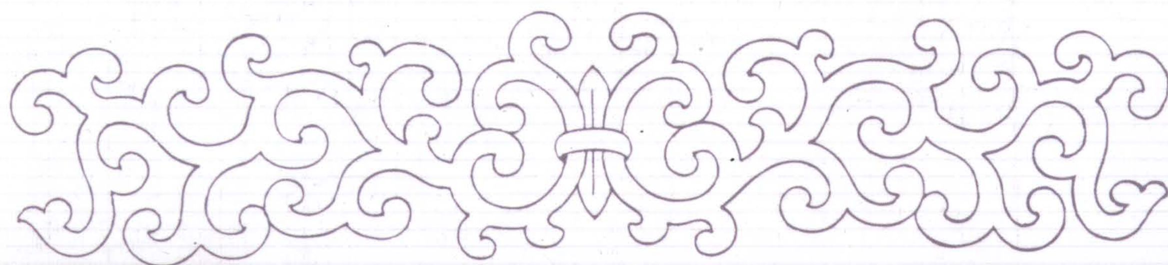


d) 剖面 I—I 1:300

××××设计院	××厂机加工车间	设计号	
		图 别	
设 计	建筑平、立、剖面图	图 号	
制 图		日 期	

图 21-10

JIXIE ZHITU SHOUCE



○ISBN 978-7-111-38180-8
○策划编辑：黄丽梅
○封面设计：赵颖喆

地址：北京市百万庄大街22号
电话服务
社服务中心：(010)88361066
销售一部：(010)68326294
销售二部：(010)88379649
读者购书热线：(010)88379203
邮政编码：100037
网络服务
门户网：http://www.cmpbook.com
教材网：http://www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

上架指导：工业技术／机械工程／机械基础



定价：98.00元